



Puu-Hubi

Citation

Hynynen, A., Panu, A-M., & Taanila, T. (Toimittajat) (2015). Puu-Hubi: Perinteestä uusiin innovaatioihin. Tampereen teknillinen yliopisto. Arkkitehtuurin laitos.

Year

2015

Version

Publisher's PDF (version of record)

Link to publication

TUTCRIS Portal (<http://www.tut.fi/tutcris>)

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright, please contact cris.tau@tuni.fi, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

ARI HYNYNEN
ANNE-MARJO PANU
TUULIA TAANILA

PUU-HUBI

Perinteestä uusiin innovaatioihin

2015



PUU-HUBI

Perinteestä uusiin innovaatioihin

Maailmalla on menossa puurakentamisen buumi, jolle ennakoidaan pitkää ikää ja valoisaa tulevaisuutta. Kehityksen etulinjassa on saksankielinen Keski-Eurooppa, Ruotsi ja Norja. Myös Kanadassa ja Yhdysvalloissa puurakentamisella on pitkät perinteet ja laajat markkinat. Vahvin muutosajuri puun käytön lisäämiselle on ilmastonmuutos. Suomi on mukana kansainvälisissä sopimuksissa, jotka sitovat meidät hiilidioksidipäästöjen runsaaseen pienentämiseen lähitulevaisuudessa. Mutta vaikka ympäristösopimukset asettavat kovia velvoitteita, ne tarjoavat myös uusia taloudellisia mahdollisuuksia.

Seinäjoen Ammattikorkeakoulun ja Tampereen teknillisen yliopiston yhteistyössä käynnistämä Puu-Hubi-projekti pyrki edistämään eteläpohjalaista puurakentamista. Tavoitteena oli puukerrostalon rakentamisessa vaadittava osaaminen ja tuotetarjonta, sekä näiden myötä kasvava liiketoiminta. Tässä kirjassa esitellään teemoja, joita hankkeen kuluessa kohdattiin, ja jotka tuntuivat tuoreilta. Kirjan tekstit eivät ole ”yhdestä puusta”, vaan ne rönsyävät omia uomiaan kohti yhteistä aihettamme, suomalaisen puurakentamisen uutta tulemistä.



ARI HYNYNEN, ANNE-MARJO PANU & TUULIA TAANILA

PUU-HUBI

Perinteestä uusiin innovaatioihin

2015

Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laitos / Seinäjoen kaupunkilaboratorio

Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö

Taitto: Henna Kiikka

ISBN 978-952-15-3497-3

ISBN 978-952-15-3498-0 (PDF)

SISÄLLYS

Ari Hynynen, Anne-Marjo Panu & Tuulia Taanila	
Puu-Hubi – ”keskiö” vai ”monien reittien kohtaamispiste”?	5
 Anne-Marjo Panu & Tuulia Taanila	
Puu-Hubi kouluttaa, verkottaa ja innovoi	9
 Jouni Björkman	
Toiminnallinen paloturvallisuussuunnittelu - Tapauskohtainen suunnittelu ja osapuolten välinen yhteistyö	31
 Mauri Laaksonen & Toni Teittinen	
Puurakentamisen tietomallintaminen.....	47
 Kirsti Sorama & Salla Kettunen	
Hintamekanismi ja luottamus yhteistyössä - Rakennusalan ja puutuotealan yritysten väliset yhteistyösuhteet.....	59
 Ari Hynynen	
Puurakentamisesta potkua alueiden ja kaupunkien kehittämiseen	75
 Marjut Wallenius	
Puusta terveitä elinympäristöjä	95
 Anne-Marjo Panu	
Puuasuntoja, metsän taidetta	101
 Kirjoittajat.....	108



PUU-HUBI - ”KESKIÖ” VAI ”MONIEN REITTIIEN KOHTAAMISPISTE”?

ARI HYNYNEN, ANNE-MARJO PANU & TUULIA TAANILA

Kun aloimme viritellä Puu-Hubi-hankkeemme projektisuunnitelmaa loppuvuodesta 2011, tuoreeseen hallitusohjelmaan oli juuri kirjattu yhtenä kohtana puurakentamisen edistäminen. Annoimme ideoiden sinkoilla Seinäjoen ammattikorkeakoulun neuvotteluhuoneessa ja pohdimme mikä voisi olla SeAMK:in ja TTY:n yhteinen panos hyvän asian tukemisessa. Käytössämme oli tilastotietoa Etelä-Pohjanmaan rakennuskluusterin tilanteesta. Pohdintojamme suuntasi myös juuri avautuneen ESR-rahoitushaun ohjeisto ja tematiikka.

Melko pian tehtäväksemme alkoi hahmottua seudun laajan mutta suhteellisen pienistä toimijoista koostuvan yrityskentän valmentaminen puurakentamisen kasvaville markkinoille. Katsoimme tämän edellyttävän jonkinlaisen yhteisen areenan luomista. Maailmalla oli viime vuosina kutsuttu erilaisia toimijoita yhteen kokoavia järjestelyjä ”hubeiksi”, joten nimesimme areenamme Puu-Hubiksi. Ja tämä tapahtui ennen kuin hankesuunnitelmasta oli kirjoitettu riiväkään.

Loppuosa Puu-Hubin tarinasta löytyy pienen kirjoituskokoelmamme ensimmäisestä artikkelista, jonka ovat kirjoittaneet hankkeen projektipäällikkö Tuulia Taanila ja projektiarkkitehti Anne-Marjo Panu. Tekstissä kerrotaan mitä kaikkea hankkeessa on tehty, kenen kanssa ja miksi. Hanke käynnistyi vuoden 2012 puolivälin kieppeillä, joten lähes kolmeen vuoteen mahtuu valtavasti toimintaa kahden päätoimisen työntekijän jäljiltä. Artikkelit on näin ollen ymmärrettävä tarkkaan valikoitujen otteiden koosteeksi hankkeen kulusta ja teemoista.

Sanakirjoista löytyy ”hubille” ainakin kaksi merkitystä, jotka kuvaavat hankettamme – kuten myös tätä julkaisua – aika osuvasti. Nämä ovat ”keskiö” ja ”moniin reittien kohtaamispaikka”. ”Keskiö” on näistä luonteeltaan teknisempi, ja istuu paremmin kahteen seuraavaan artikkeliin, joissa tarkastellaan teollista puurakentamista insinööritieteiden näkökulmista. Jouni Björk-

KUVA Lintuviita 2, Lakea Oy:n rakennuttama puukerrostalo, Seinäjoki. Ari Hynynen.



man esittelee toiminnallisen paloturvallisuussuunnittelun mahdollisuutta vaihtoehtona perinteiselle taulukkomitoitukseen perustuvalla käytännöllä. Mauri Laasonen ja Toni Teittinen nostavat esille erityisesti teolliseen puurakentamiseen liittyviä tietomallintamisen haasteita ja kehitystarpeita.

Kahdessa seuraavassa artikkelissa puurakentamisen tulevaisuuden mahdollisuuksia arvioidaan laajemmista yhteiskuntatieteellisistä näkökulmista. Puurakentamisen todellisen läpimurron esteet ja mahdollisuudet eivät näytä olevan niinkään enää teknologiassa, vaan rakennustoiminnan ja innovoinnin verkostoissa, joissa puurakentaminen asettuu ”monien reittien kohtaamispisteeseen”. Alalla tarvitaan uusia toimintamalleja, joiden luominen edellyttää keskeisten verkostojen tunnistamista ja kykyä näiden johtamiseen. Näitä näkökulmia avaavat Kirsti Sorama ja Ari Hynynen omissa teksteissään.

Tästä jatketaan edelleen kohti ihmisläheisempää otetta. Marjut Wallenius esittelee artikkelissaan puun terveysvaikutuksia elin- ja asuinympäristön rakennusmateriaalina. Hänen mukaansa terveen rakentamisen käsitteeseen voidaan puun avulla lisätä myös psykologinen ulottuvuus. Kokoelmamme viimeinen teksti etenee tästä vieläkin pidemmälle. Anne-Marjo Panun tunnelmallinen kuvaus muistuttaa mitä puurakentamisella on tarjota meille ihmisille aistivina ja historiallisina olentoina. Parhaimmillaan puiset rakenteet, jotka tuntuvat kuuluvan osaksi elollista luontoa koko elinkaarensa ajan, voivat auttaa meitä hahmottamaan uudella tavalla oman eksistenssimme perustekijöitä: luontoa, asumista ja elämän kulkua.

Kuten lukija huomaa jo nyt, kirjan tekstit eivät ole ”yhdestä puusta”, vaan ne rönsyävät omia uomiaan kohti yhteistä teemaamme - sekä sisältönsä että tyylinsä puolesta. Tavoitteenamme ei ollut alun alkaenkaan yhtenäisen tieteellisen artikkelikokoelman julkaiseminen. Halusimme esitellä erilaisia teemoja, joita olemme Puu-Hubi-hankkeen kuluessa kohdanneet, ja jotka tuntuivat meistä tuoreilta. Hyviä aiheita oli tiedossamme enemmänkin, mutta valitettavasti kaikilla mukaan pyytämillämme asiantuntijoilla ei ollut mahdollisuutta osallistua kirjoitusprojektiin. Asian positiivinen puoli on se, että mielenkiintoisia sisältöjä jäi näin ollen odottamaan seuraavaa julkaisuamme...

Lämmin kiitos siis kaikille niille, jotka osallistuivat tämän kokoelman kirjoittamiseen kanssamme. Johdannon alussa mainittuun ideapalaveriin osallistuivat SeAMK:in tekniikan yksikön tutkimus- ja kehittämisspäälikkö Kati Katajisto sekä silloinen koulutusohjelmapäällikkö Heikki Ylihärsilä. Heille kuuluvat kiitokset Puu-Hubi-hankkeen keskeisistä sisällöistä, ja Katille lisäksi rahoituksen hakemisesta. Kun nyt rahoituskin mainittiin, niin haluamme kiittää myös hank-

keen päärahoittajaa Etelä-Pohjanmaan ELY-keskusta, joka myönsi hankkeelle ESR-rahoituksen. Kiitokset myös muille rahoittajatahoille, joihin kuuluvat osa Etelä-Pohjanmaan kunnista, Etelä-Pohjanmaan korkeakoulusäätiö, sekä Etelä-Pohjanmaan Rakennustaitosäätiö. SeAMK ja TTY osallistuivat rahoitukseen omilla osuuksillaan ESR:n sääntöjen mukaan. Haluamme kiittää lämpimästi hankkeessa mukana olleita yrityksiä, jotka osallistuivat rahoitukseen, sekä olivat ennen kaikkea mukana hankkeen käytännön toiminnassa, eli opiskelemassa ja keskustelemassa koulutus- ja työpajatilaisuuksissa sekä seminaareissa. Lopuksi vielä kiitokset julkaisumme taittajalle Henna Kiikalle, joka kutoi sekalaisesta materiaalistamme taiteellisesti korkeatasoisen julkaisun, jota on mukava pidellä käsissään, ja joka toivon mukaan kuluu runsaassa käytössä.



KUVA N-talon aula ja työskentelytiloja. Ari Hynynen.

KUVA Talo N Linnè-yliopiston kampusalueella, Växjö. Anne-Marjo Panu.



PUU-HUBI KOULUTTAA, VERKOTTA JA INNOVOI

ANNE-MARJO PANU & TUULIA TAANILA

Uusiutuvien luonnonvarojen hyödyntäminen edistää kestävän kehityksen tavoitteita. Puurakennukset toimivat pitkäaikaisina hiilivarastoina ja puurakentaminen pienentää näin hiilijalanjälkeä. Elinkaarensa lopussa puutuotteita voidaan myös kierrättää ja muuttaa ne energiaksi. Metsäbiotalouden tuotteet rakentamisessa ovat tulevaisuuden menestyjiä. Sahatavaran vie- nin sijaan puuta voidaan jalostaa yhä enemmän kotimaisella työllä. Kun puukerrostaloraken- taminen yleistyy, voi puukerrostalosta tulla myös vientituote. Tutkimuksella, koulutuksella, jatku- valla kehittämistyöllä ja ennen kaikkea yhteistyöllä puurakentaminen voidaan nostaa uudelle tasolle. Seinäjoen ammattikorkeakoulun ja Tampereen teknillisen yliopiston käynnistämässä Puu-Hubi -hankkeessa on järjestetty koulutusta puurakentamisklusterin pk-yrityksille. Hanke on ESR-rahoitteinen. Päärahoittajana toimii Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Lisäksi hanketta on rahoittanut yli 30 kohderyhmän yritystä. Hanke toteutettiin vuosina 2012 - 2015.

PUU-HUBI TOIMII

Puu-Hubi rävähti käyntiin syksyllä 2012, kun hankehenkilöstö tarttui haasteeseen nostaakseen eteläpohjalaisten rakennusklusterin yritysten puurakentamisen osaamisen tasoa ja verkot- taakseen yrityksiä. Tällöin aloiteltiin yhteydenpito kohderyhmän yrityksiin tavoitteena rekry- toida ne mukaan hankkeeseen ja kerätä tietoa puurakentamisen osaamisen tasosta sekä kehittämis- ja koulutustarpeista. Alussa otettiin yhteyttä alueen suurimpiin pk-yrityksiin ja sa- tunnaisesti pienempiin suunnittelutoimistoihin. Haastatteluja varten laadittiin lomake. Etukä- teen kirjattiin 21 koulutusaihetta, joiden arveltiin olevan tarpeellisia. Yksittäisiä koulutuksia ehdotettiin myös luettelon ulkopuolelta. Suurin osa yrityksistä oli sitä mieltä, että luettelo oli kattava. Hieman alle puolet haastatelluista yrityksistä tuli mukaan projektiin. Myös muutamaa suuryritystä käytiin haastattelemassa.

KUVA Puu-Hubi-projektin työpajassa ohjaajana professori Hannu Tikka. Tuulia Taanila.

KOULUTUSTARVE, TOTEUMA JA OSALLISTUMINEN

Yrityksille tehdyn kyselyn perusteella paloturvallisuuskoulutus oli kärjessä. Koulutusten järjestämisen myötä rakennesuunnittelijoille suunnatut koulutukset osoittautuivat suosituimmiksi. Haastattelut tehtiin yrityskohtaisesti. Samasta yrityksestä saattoi osallistua useita henkilöitä koulutuksiin. Hankkeeseen tuli mukaan Etelä-Pohjanmaan suurimmat suunnittelutoimistot, pois lukien suuryritykset. Eurokoodin käyttöönotto sai erityisesti rakennesuunnittelijat kiinnostumaan kouluttautumisesta. Tarvetta tuntui olevan eniten käytännönläheisille koulutuksille, joissa tehtiin laskuharjoituksia opettajan ohjauksessa. Muita koulutuksia olivat arkkitehtuurin eri osa-alueisiin ja rakennusfysiikkaan pureutuvat koulutukset sekä työpajat. Työpajat pidettiin yleensä vain Puu-Hubin jäsenille. Koulutuksiin saivat osallistua kaikki kohderyhmän yritykset ja niitä järjestettiin monipuolisesti.

Rakennusliikkeet eivät tiedostaneet koulutustarpeita puurakentamisen osalta, vaan he suosittelivat suunnittelijoiden kouluttautumista. Vastuukysymykset askarruttivat haastateltuja. Puukerrostalojen rakentamisesta ei ole kokemusta ja yleisesti pelätään mahdollisia virheitä ja vaurioita.

VASTAUKSIA TIEDONTARPEESEEN

Haastatteluissa ilmenneet koulutustarpeet ja koulutuksissa kerätyt palautteet toimivat pohjana koulutusten ja työpajojen järjestämiselle. Koulutuksia ja työpajoja järjestettiin hankkeen puitteissa 31 päivää, tavoitteena oli 20 päivää. Oppilaspäiviä kertyi 270, kun tavoite oli 200 päivää. Koulutusten kiinnostavuus ja ajankohta vaikuttivat osallistujamääriin. Henkilöiden ja yritysten määrät jäivät jonkin verran tavoitteistaan. Jokaisesta koulutuksesta kerättiin palaute. Palaute otettiin huomioon projektin toiminnan ja jäljellä olevien koulutusten suunnittelussa.

PALOTURVALLISUUS

Vuonna 2011 palomääräykset muuttuivat niin, että puurunkoisten ja puulla verhottujen kerrostalojen rakentaminen taulukkomitoituksella P2-luokassa on mahdollista aina kahdeksaan kerrokseen saakka. Toiminnallisella palosuunnittelulla kerroksia voi olla enemmänkin. Norjassa Bergenissä on rakennettu jo 14-kerroksista puukerrostaloa, ja Itävaltaan Wieniin rakennetaan 24-kerroksinen puurakenteinen pilvenpiirtäjä.

Näkökulmia puukerrostalorakentamisen paloturvallisuuteen esittivät Puu-Hubin koulutuksissa Päivi Myllylä PuulInfosta ja Jouni Björkman SeAMK:sta. Kaisa Tuurinkoski Marioff Oy:stä esitteli sprinklerisammutusjärjestelmiä.

Massiivipuiset järeät rakenteet kestävät hyvin palotilanteessa, koska pinnalle syntyvä hiiltynyt kerros hidastaa palamisnopeutta. Uudet puukerrostalot varustetaan aina kauttaaltaan automaattisella sprinklerisammutusjärjestelmällä. Suurten puurakennusten paloteknisesti oikein toteutetut rakenteet ovat jo itsessään niin kestäviä, että esimerkiksi Sveitsissä puu vapautuu palomääräysten erityisrajoituksista. Myös detaljitasolla on kehitelty paloturvallisuutta parantavia ratkaisuja, kuten paloräystä, julkisivun palokatkot ja osastoinnit sekä suojaverhoukset ja suojakäsittelyt.

Vuoden 2011 palomääräykset parantavat puun asemaa rakentamisessa, sillä ne luovat puulle uusia käyttökohteita uudis- ja korjausrakentamisessa. 8-kerroksisten puukerrostalojen rakentamisen lisäksi puuelementtejä voidaan käyttää kerrostalojen korjauskohteissa. Enintään 7-kerroksisiin betonikerrostaloihin voidaan rakentaa puurunkoinen ja puujulkisivuinen lisäkerros ilman sprinklerisammutusjärjestelmää. Uudet määräykset ovat nyt lähempänä kansainvälisiä käytäntöjä, ja ne mahdollistavat kilpailukykyisten tuotteiden kehittämisen myös vientiä varten.

PUURAKENNUSTEN ÄÄNENERISTYS JA AKUSTIIKKA

Puurakennusten suunnittelussa ääneneristykseen ja akustiikkaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Tekniikan lisensiaatti Mikko Kylliäinen Tampereen teknillisestä yliopistosta kertoi koulutuksessa puurakennusten ääneneristyksestä ja akustiikasta.

Rakenteen ilmajääneneristävyys riippuu pintamassasta ja taajuudesta. Ilmajääneneristävyys kasvaa 6 dB, kun massa tai taajuus kaksinkertaistuu. Ilmajääneneristävyttä voidaan parantaa käyttämällä useammasta eri materiaalista muodostuvia kerroksellisia rakenteita. Koinsidenssi eli myötävärähtelyilmiö saattaa heikentää ääneneristävyttä ja se on otettava huomioon kevyitä kerroksellisia rakenteita, kuten puurakenteita, suunniteltaessa. Ääni saattaa kulkeutua myös putkistojen, liitosten ja muiden sivutiesiirtymäreittien kautta.

Askelet saavat välipohjan värähtelemään ja ääni etenee runkoääninä rakenteiden kautta. Askelääneneristyksen tarkoituksena on vaimentaa rakenteeseen kohdistuvia iskuja. Välipohjien ääneneristävyttä voidaan parantaa lisäämällä välipohjien massaa.



RAKENNESUUNNITTELU

Rakennesuunnittelijoille järjestettiin useita 1-3 päivän mittaisia koulutuksia, yhteensä 12 päivää. Uusia tarpeita tuli esille koulutusten edetessä. Usean päivän mittaiset rakennesuunnittelukoulutukset saivat maakunnan rakennesuunnittelijat liikkeelle. Suunnittelijoita oli kouluttamassa useita kouluttajia: TkL Asko Keronen, TkT Janne Jalkanen, DI Juha Kukkonen, insinööri yAMK Petri Koistinen ja TkT Tomi Toratti. Eurokoodi-koulutus houkutteli paikalle parhaiten väkeä ja se järjestettiin kahteen kertaan. Erityiskysymyksiä olivat puurakenteiden liitokset ja jäykistäminen. Ne liittyvät läheisesti myös puukerrostalon rakennesuunnitteluun.

Suuret metsäyhtiöt ja Rakennusliike Reponen ovat kehittäneet puurakentamiseen omia järjestelmiä. Järjestelmien kehittäminen on ollut niin vauhdikasta, että rakennesuunnittelijoiden taitoja ei ole ehditty päivittää. Suomessa tänä päivänä käytettäviä puukerrostalojärjestelmiä ovat ristiin liimatuista eli CLT-levyistä valmistetut tilaelementit ja kantavat suurelementit, jossa käytetään betonipintavalua jäykistämässä välipohjaa, sekä mastopilarijäykistys. Toimijoita alalla on vähän. Puukerrostalo on vaativa kohde rakennesuunnittelun kannalta ja pätevistä suunnittelijoista on pula. CLT-levy on erinomainen rakennuksen jäykistämisessä. Ongelmana on tuotevalmistajien vähäinen määrä. Suomen ainoa valmistaja, CrossLam, toimii Kuhmossa. CLT-levy Suomen ensimmäisiin puukerrostalokohteisiin on tuotu Itävallasta.

Puun tiheys on noin viidenneksen betonin tiheydestä, ja puu on siis paljon kevyempi materiaali. Siksi puukerrostalot on ankkuroitava hyvin perustuksiin sivuttaiskuormia vastaan. Tämä ratkaistaan usein rakentamalla ensimmäinen kerros betonista. Puun keveys vaikuttaa myös välipohjien värähtelyyn. Suomessa taipuma saa olla Eurokoodin mukaan enintään 0,5 mm, kun Ruotsissa se saa olla 1,5 mm. Monissa maissa ei ole lainkaan taipumalle maksimiarvoa. Tämä seikka tuo Suomessa lisäkustannuksia puurakenteisten välipohjien valmistajille ja heikentää puurakenteiden kilpailukykyä.

Rakennesuunnittelijoiden tarpeet tulivat esille ja rakennesuunnittelijat toivoivat pitkiä ja perusteellisia koulutuksia. Koulutuksissa käsiteltiin myös puuhallien sortumisia ja sortumien syitä. Rakennusvirheistä valtaosa on suunnitteluvirheitä. Rakennusvirheet aiheutuvat useimmiten ihmisen toiminnasta, eivät niinkään materiaalista, kuorma- tai kosteusolosuhteista. Tuennasta on huolehdittava myös pystytyksen aikana. Niin rakennesuunnittelussa kuin työmaallakin kaivataan parempaa laadunvarmistusta.

CE-MERKINTÄ SUUNNITTELIJAN KANNALTA

Puurakentamisen erityisasiantuntija, tekniikan tohtori Tomi Toratti piti Puu-Hubin CE-merkintäkoulutuksen. Koulutus suunnattiin suunnittelijoille. Suomen metsäkeskus järjesti rinnakkaisen puurakentamisen kehittämisprojektin puitteissa koulutuksia CE-merkinnästä tuoteosatoimittajille, joten Puu-Hubissa tällaiselle koulutukselle ei ollut tarvetta.

Valmistaja osoittaa ja vakuuttaa CE-merkinnällä, että tuotteen keskeiset ominaisuudet on selvitetty harmonisoidun tuotestandardin mukaisesti. CE-merkintä yksilöi tuotteen ostajalle, ja kertoo tuotteen ominaisuudet yhdenmukaisella tavalla. Se helpottaa tuotteiden vertailua sekä mahdollistaa tuotteen tuomisen markkinoille kaikkialla Euroopassa. CE-merkintä korvaa kansalliset tuotehyväksynät. CE-merkinnästä tuli pakollinen Suomessa 1.7.2013. Velvollisuus koskee sellaisia tuotteita, joille on voimassa oleva harmonisoitu tuotestandardi. Harmonisoituja tuotestandardeja on jo valmiina yli 400:lle tuoteryhmälle. CE-merkinnän pakollisuus koskee näitä tuoteryhmiä. Standardeja on esimerkiksi rakennesahatavarakkeille, liimapuulle, rakennuslevyille ja naulalevyristikoille. Rakennustuotteen ominaisuudet osoitetaan suoritustasoilmoituksella. Kohdekohtaisesti suunniteltujen kantavien rakennustuotteiden kohdalla varmistetaan lisäksi että mitoituksen lähtöarvot, suunnitelmat ja piirustukset täyttävät suomalaiset vaatimukset.



KUVA Puukerrostaloalue Skellefteåssa.
Anne-Marjo Panu.

Suunnittelijan tehtävä on viitata suunnitelmissa voimassa olevaan tuotestandardiin ja esittää materiaalin lujuusluokka standardin mukaisesti. Suunnittelijan on otettava myös huomioon kansalliset määräykset. Tuotetta käytettäessä tarkistetaan, että tuote on suunnitelman mukainen, tai CE-merkintätietojen avulla, että oikea tuote menee oikeaan käyttökohteeseen.

KILPAILUKYKYÄ LEAN MANAGEMENT -PERIAATTEELLA

Lean Managementista järjestettiin kahden päivän koulutus. Koulutuksesta vastasi lehtori Ilkka Kouri Tampereen teknillisen yliopiston tuotantotalouden laitokselta. Kourin erikoisala on kappaletavarateollisuus. Koulutuksella pyrittiin aktivoimaan tuoteosatoimittajia.

Lean Management on Japanista lähtöisin oleva johtamisfilosofia, joka tällä hetkellä on tehokain tunnettu tapa kehittää organisaation laajuista osaamista ja kyvykkyyttä. Lean on koko yri-

tyksen ja kaikkien toimintojen organisointiperiaate, ja se edellyttää sitoutumista sekä pitkäjänteisyyttä. Tulokset ovat seurausta siitä että asiat tehdään oikein. Leanin keskeiset periaatteet ovat flow, jatkuva kehittäminen, koko henkilöstön laaja-alainen osallistuminen sekä omakoh-
taisen kokemuksen kautta oppiminen ja oppimisen johtaminen. Kouri esitteli esimerkkinä Lean -filosofian soveltamista käytäntöön Toyotan tehtaalla Japanissa.

Lean -ajattelutapa on pikkuhiljaa hivuttautumassa myös rakennusalalle, jolle on kehitetty oma Lean Construction filosofia. Ruotsalainen tilaelementtikerrostalojen valmistaja Lindbäcks Bygg on hionut Leanin avulla tuotantoprosessinsa niin sujuvaksi, että heidän rakentamansa puukerrostalot ovat erittäin kilpailukykyisiä verrattuna muihin materiaaleihin.

PUUTALON RAKENNUSFYSIKKA JA ENERGIA TEHOKKUUS

Tampereen teknillisen yliopiston professori Juha Vinha pureutui koulutuksissa rakennusfysiikkaan, ja nykyisiä rakentamismääräyksiäkin valmistellut tekniikan lisensiaatti Mika Vuolle energiatehokkuuteen.

Vuonna 2012 rakentamismääräyksiin tuli suuri periaatteellinen muutos, kun siirryttiin yksittäisten rakenteiden energiatehokkuuden vaatimuksista kokonaisenergiatarkasteluun. Muutoksessa ei puututtu rakenteiden U-arvoihin, vaan vuonna 2010 annetut määräykset ovat siltä osin edelleen voimassa. Kokonaisenergiatarkastelussa otetaan huomioon rakennuksessa käytettyjen energiamuotojen aiheuttamat primäärienergiankulutukset energiamuotokertoimien avulla. Eri tavoin tuotetun energian ympäristövaikutuksia verrataan fossiilisen polttoaineen aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin. Fossiilisen polttoaineen kerroin on 1, uusiutuvan energian kerroin 0,5, kaukolämmön kerroin 0,7 ja sähkön kerroin 1,7. Tarkastelussa ei oteta huomioon rakennuksen erilaisen käytön vaikutusta energiankulutukseen, vaan laskennassa käytetään standardikäyttöoletuksia. Määräykset koskevat myös vapaa-ajanasuntoja, joihin on suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettu lämmitysjärjestelmä. Alle 50m² rakennukset, kesäasuttavat mökit ja vähän energiaa kuluttavat maatalousrakennukset jäivät määräysten ulkopuolelle. Voimaan astuneet määräykset eivät edellytä vaipan lämmöneristyksen lisäämistä, jos rakennuksen kokonaisenergiankulutus saadaan alle vaaditun arvon muilla keinoin. Rakennusosien U-arvojen laskenta muuttui tarkemmaksi ja monimutkaisemmaksi ja rakennuksen energiankulutuksen laskenta muuttui pakolliseksi myös määräystenmukaisuuden osoittamisessa. Rakennuksen ilmapuotoluvun yksikkö on q50 (m³ /(h·m²)). Se kuvaa rakennuksen ilmanpitävyyttä vaipan pinta-alaa kohden. Ilmapuotoluvun vertailuarvo lämpöhäviölaskelmissa on 2,0 m³ /(h·m²). Jos



KUVA Åsbo Hus rakentaa puukerrostaloja Örkeljungassa. Anne-Marjo Panu.

rakennuksen ilmapuotoluku ei täytä tätä arvoa, on erotuksen aiheuttama lisälämpöhäviö kompensoitava joko paremmalla lämmön talteenotolla tai vaipan lämmöneristystä parantamalla.

Lämmöneristuksen lisääminen ei aina välttämättä ole hyväksi rakenteille. Ongelmia on ilmennyt tuuletetuissa rakenteissa, kuten puurakenteisissa ylä- ja alapohjissa. Tuuletusraon lämpötila laskee lisäeristuksen myötä ja kosteus pääsee tiivistymään rakenteisiin. Lisäksi hyvin eristetyissä taloissa kesäaikaiseen lämpötilan hallintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Vanhojen puurakenteiden lisäeristämisessä on hyvä ottaa huomioon, että hirsiseinä ja vanha puruseinä suositellaan lisälämmöneristettäväksi ulkopuolelta. Puukerrostaloja rakennettaessa on myös syytä huomioida, että ilmasto-olosuhteet ovat ylimmissä kerroksissa erilaiset, kuin maan tasalla.

Uusiutuvista energioista tarkasteltiin lähemmin aurinkoenergiaa ja sen mahdollisuuksia rakennusten energianlähteenä. Markku Tahkokorpi Utuapu Oy:stä kertoi, että auringon säteily maapallolle on 20 000-kertainen verrattuna ihmiskunnan kuluttamaan energian määrään. Auringossa on potentiaalia. Auringosta saadaan paras hyöty, kun sen tuomat mahdollisuudet otetaan huomioon mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

ASUINRAKENTAMISEN OLOSUHDEHALLINTA, LAATU JA TUOTTAVUUS

Tekniikan lisensiaatti, yliassistentti Olli Teriö piti yhden koulutuspäivän asuinrakentamisen olosuhdehallinnasta, laadusta ja tuottavuudesta. Professori Kalle Kähkönen sivusi myös aihetta luennoillaan. Rakennusten laatuongelmat aiheuttavat ylimääräistä työtä, suuria kustannuksia ja jopa terveydellisiä ongelmia. Syitä kompastuskiviin on etsitty ja joitain jo tunnistettukin. Näitä ovat rakentamisen vaikeusaste, suunnittelun ohjauksen puute, toimintajärjestelmän noudattamatta jättäminen, rakentamisen toimintakulttuuri ja johtamisvaje.

Olosuhteiden hallinta vaikeutuu, kun prosessit ja rakentaminen monimutkaistuvat. Suomessa joka kolmas päivä on sadepäivä ja siihen on myös varauduttava. Yhtenä ratkaisuna tähän voidaan tarjota puurakentamista esivalmistetuista komponenteista. Puurakenteiset tuoteosat tehdään kuivissa sisätiloissa ja kootaan yhteen työmaalla sääsuojan alla.

TILAELEMENTTI- ELI MODUULIRAKENTAMINEN

Moduulirakentamista tarkasteltiin koulutuksessa useasta eri näkökulmasta. Arkkitehti, tohtori-koulutettava Sini Kotilainen pureutui moduulirakentamisen mahdollisuuksiin arkkitehtuurissa, professori Kalle Kähkönen pohti tuotannon näkökulmaa ja DI Juuso Lahdenmaa kertoi, mitä teräspuolella on tehty moduulirakentamisessa.

Moduulirakentaminen on rakentamista tehdasolosuhteissa pitkälle esivalmistetuista osista. Moduulirakentamista on perinteisesti käytetty laivarakentamisessa ja kylpyhuoneissa. Talotekniikan huolellinen integrointi ja kosteiden tilojen rakentaminen erillisinä tilaelementteinä johtaa kosteusteknisesti hyvään lopputulokseen. Viime vuosina moduulirakentaminen on yleistynyt Suomessa puukerrostalorakentamisessa. Moduulirakentamisen ehdottomana hyötynä on ajan säästäminen. Siinä vaiheessa, kun tehdään perustuksia, voidaan moduulit valmistaa tehtaalla kuivissa sisätiloissa. Mitä valmiimmaksi moduulit valmistetaan, sitä vähemmän jää työmaalla tehtäväksi. Huolellisella asennustyöllä työmaalla, ja rakennusaikaisella sääsuojauksella, saadaan aikaan katkeamaton kuivaketju. Näin rakennusaikaisia kosteusvaurioita ei pääse syntymään. Rakentamisen prosessi on kuitenkin jäykempi kuin perinteisessä rakentamistavassa. Suunnitelmat on tehtävä erityisen huolella, koska muutosten tekeminen ei ole mahdollista tai on selvästi kalliimpaa, kun moduuli on jo valmistettu.

Moduulirakentaminen on parhaimmillaan silloin, kun samanlaisten rakennusten, asuntojen tai huoneiden määrä on suuri. Puiset moduulit ovat kevyitä verrattuna betonirakenteisiin. Niiden täytyy olla kevyitä liikuteltavuuden ja asennettavuuden vuoksi. Moduulirakentaminen soveltuu erinomaisesti silloin kun pohjaolosuhteet ovat heikot. Samasta syystä moduulit soveltuvat lisäkerrosrakentamiseen. Alapuolisia rakenteita tai perustuksia ei tarvitse välttämättä vahvistaa.

Lakea rakennutti ensimmäisen CLT-rakenteisista moduuleista valmistetun kerrostalon Seinäjoelle vuonna 2013. Stora Enso on kehittänyt CLT:stä valmistettavia tilaelementtejä. Tällä tekniikalla rakennetaan suuri osa suomalaisista puukerrostaloista. Lakea on mukana useassa tällaisessa projektissa rakennuttajana.



KUVA Puukerrostalon tilaelementtejä työmaalla, Seinäjoki. Anne-Marjo Panu.

KORJAUSRAKENTAMINEN

Tutkija Yrsa Cronhjort Aalto-yliopistosta luennoi puukerrostalojen korjausrakentamisesta. Hän esitteli valmiita toteutettuja projekteja sekä korjausrakentamisen jatkokehitysmahdollisuuksia. Lähiökerrostaloissa korjausrakentamisen tarve on kasvava. Puuelementit soveltuvat hyvin korjausrakentamiseen keveytensä ja nopean asennustyön vuoksi. Puuelementteihin voidaan integroida jo valmistusvaiheessa talotekniikkaa. Puu on luonteva materiaali myös lisäkerrosrakentamiseen. Korjausrakentaminen rahoitetaan usein lisäkerrosrakentamisella. Suurelementtien ohella lisäkerroksia rakennetaan käyttäen tilamoduuleita, jotka on valmistettu tuotantotiloissa CLT-levyistä.

Yliopettaja Janne Jokelainen painotti, että auringon valo ja vesi vaurioittavat puuta. Tämä tulee huomioida suunnittelussa ja puun suojauksessa.

PERINNERAKENTAMINEN

Emeritus professori Panu Kaila esitti laajan kokonaiskuvan puun käytöstä perinnerakentamisessa Seinäjoen museolla järjestetyssä koulutuksessa. Panu Kailalta on ilmestynyt useita kirjoja perinnerakentamisesta, uusimmissa kirjoissa käsitellään puurakennusten pintakäsittelyä. Puurakentamisperinteestä on ammennettavissa runsaasti tietoa myös nykyrakentamiseen.

Perinteisillä rakennustavoilla rakennetut puutalot ovat säilyneet satoja vuosia. Käyttötarkoitukseensa sopiva puu on kaadettu oikeaan aikaan ja se on työstetty rakennukseksi huolella. Arkkitehtuuri ja rakenteet sulautuvat yhteen tarkoituksenmukaiseksi kokonaisuudeksi. Rakentamiseen on käytetty suuria, vanhoja puita, sydänpuuta on käytetty säälle alttiissa yksityiskohdissa. Perinnerakentamisessa kestävä rakentaminen on toteutunut näihin päiviin saakka. Hyvin säilyneitä puuosia on käytetty uudelleen uusissakin rakennuksissa.

Jatkuva parantaminen on luonut perinnerakentamiseen uusia ratkaisuja. Kattopintoja on käsitelty tervalla, lämmöneristystä on parannettu, tilaratkaisut ovat muuttuneet. Vastaukset ovat löytyneet läheltä, uudet tuotteet ovat olleet puupohjaisia.

ASUMISEN UUDET RATKAISUT

Anna Helamaa esitteli asumisen keskeisiä muutostrendejä ja uusia asumisen muotoja. Asukaslähtöisyys, asukkaat asumisen uudistajina, on Anna Helamaan omaa tutkimusaluetta. Yksinkertaiseen ja selkeään toteutukseen tähtäävä arkkitehtuuri on muunneltavaa ja asukkaan itsensä täydennettävissä olevaa asuinrakentamista. Asuntojen muunneltavuus mahdollistaa asumisen joustavuuden elämäntilanteen mukaisesti. Asunnot ovat tilajärjestelyiltään sellaiset, että asuntoa voidaan jakaa erilaisiksi huonetiloiksi, siitä voidaan erottaa tai siihen lisätä viereisiä tiloja luontevasti. Växjössä Ruotsissa on puukerrostaloissa kehitelty muunnelmia esimerkiksi 42 m²:n asuintilaan. Parvekkeet ja ulkotilat lisäävät asuttavuutta ja laajentavat asunnot yksityisistä puolijulkisiksi tiloiksi. Yhteisöllisyys ja asuntojen muunneltavuus laajentavat asumisen myös yksityisten asuinhuoneiden ulkopuolelle. Mahdollisia yhteisöllisiä tiloja ovat erilaiset harrastetilat sekä sauna- ja kuntoilutilat. Verkkokaupan yleistyessä lähipuukerrostalossa voi olla vastaanottotilat lähiruokalahetyksille.

Koulutukseen oli kutsuttu paikallisia edustajia rakennusalan eri organisaatioista esittämään kommenttipuheenvuoroja ja virittämään keskustelua.



KUVA Älvsbacka Strand, Skellefteå.
Suunnittelija White Arkitekter.
Anne-Marjo Panu.

HYVÄ SUUNNITTELU

Professori Hannu Tikan koulutusmateriaalien kuva-aineisto esittelee puuarkkitehtuurin hieno- ja esimerkkejä saunakulttuurista Alvar Aallon rakennuksiin ja Hannu Tikan itsensä suunnittelemaan Lahden Sibelius-taloon. Arkkitehtien laatimissa kilpailuehdotuksissa elävät unelmat puuarkkitehtuurin uusista mahdollisuuksista.

Parhaimmillaan puu ilmentää rakennuksessa puun omia parhaita ominaisuuksia. Modernissa rakennuksessa hyödynnetään aikakauden arvoja ja osaamista. Aikakauden elämäntapa ilmentyy rakennuksissa, ja uudet tekniset innovaatiot sovelletaan käytäntöön myös puurakentamisessa.

Emeritusprofessori Unto Siikanen esitti laajan katsauksen puurakentamisen historiaan. Lisäksi hän luennoi rakennusten ja rakenteiden toimintaan sekä käyttäjien hyvinvointiin ja terveyteen vaikuttavista tekijöistä. Tekniikan tohtori Lauri Louekari esitteli puurakentamisen uusia detajiratkaisuja. Arkkitehti Henrika Pihlajaniemi kertoi luonnonvalosta ja valaistuksesta hyvän suunnittelun osa-alueina.

Nykyaikainen rakentaminen on muuttunut monimutkaiseksi. Suunnitelmien laatimisessa ja yhteensovittamisessa on huolehdittava lukuisista yksityiskohdista. Pääsuunnittelijan vastuu ja kaikkien rakennushankkeeseen osallistuvien välinen yhteistyö korostuvat.

Pienoismallityöpajassa yrittäjät saivat irrotella, kokeilla ja visioida tulevaisuuden puurakennuksia rakentamalla pienoismalleja. Mallit olivat esillä Tietoprovinssin näyttelyssä.

TYÖPAJAT

Puu-Hubin työpajoissa jäsenyritykset ovat voineet työstää omia valmiuksiaan ja arvioida mahdollisuuksiaan suhteessa puukerrostalorakentamisen yleisiin kehitysnäkymiin. Yritykset muodostavat yhdessä verkoston, jolla on valmiudet laajentaa toimintaansa ja myös konkreettisesti toteuttaa puukerrostaloja sekä muita suuren mittakaavan puurakennuksia.

Puu-Hubin toiminnan aikana yritykset ovat saaneet työpajoissa ajankohtaista tietoa puurakentamisesta. Puurakentamisen kehittämispäällikkö Markku Karjalainen Työ- ja elinkeinoministeriöstä on päivittänyt uusinta tietoa useaan kertaan Puu-Hubin toiminnan kuluessa työpajoissa



KUVA Puurakenteinen jalankulkusilta, Skellefteå. Anne-Marjo Panu.

sekä seminaarissa ja paneelikeskustelussa. Kokemuksia konkreettisesta puurakentamisesta on välittänyt toimitusjohtaja Mika Airaksela Rakennusliike Reposesta. Vierumäen puukerrostalon lisäksi hänellä on vireillä jo useita puukerrostalohankkeita. Puukerrostalorakentamisesta väitöskirjansa tehnyt Vesa Ijäs on välittänyt työpajoissa Aran terveiset pk-yrityksille. Kestävän kehityksen uusista innovaatioista ja verkostoista on alustanut professori Harry Edelman sekä ekokaupungeista kestävän kehityksen johtava asiantuntija Jyri Nieminen. Työpajojen ryhmätyöskentelyssä esitelmien aiheita on sovellettu paikallisiin esimerkkikohteisiin ja yritysten omiin intresseihin. Yhteistyöverkostojen liiketoiminnallisista toimintamalleista alusti Kirsti Sorama SeAMK Liiketoiminnasta. Pysyvän toimintamallin luomista on pohjustettu ja ideoitu kaikissa työpajoissa.

VÄXJÖ, EUROOPAN VIHREIN KAUPUNKI

Euroopan vihreimmäksi kaupungiksi nimetty Växjö on saanut useita kansainvälisiä palkintoja ja huomionosoituksia toiminnastaan kestävän kehityksen ja puurakentamisen edistämiseksi. Växjössä kaupunki, paikalliset yritykset ja yliopisto työskentelevät hyvässä yhteistyössä poliittisen konsensuksen vallitessa. Puurakentamisen puolesta aktiivisesti toiminut Hans Andrén on laajentanut puurakentamisohjelmaa puukaupunkiverkostona myös muihin Pohjoismaihin. Hans Andrén on vieraillut Puu-Hubi -projektin seminaareissa myös Seinäjoella.

1990-luvulta lähtien Linné-yliopistolla ja ruotsalaisella metsäyhtiöllä Södralla on ollut käynnissä laaja puurakentamisen yhteishanke. Linné-yliopiston kampusalueelle on rakennettu useita uusia puurakennuksia. Rakentamisessa on hyödynnetty yliopiston uusinta tutkimustietoa. Välle Broar Växjössä on kaupunginosa, joka rakennetaan kokonaan puusta. Laajaan Arenastaden -urheilukeskukseen on rakennettu puurakenteisia liikuntahalleja ja katsomorakennelmia.

SKELLEFTEÅN PUURAKENTAMISSTRATEGIA

Puu-Hubi -projektissa tutustuttiin myös Skellefteån puurakentamisstrategiaan. Kaupunki haluaa kaikilla toimillaan edistää puun käyttöä. Kaupunki on itse aktiivinen rakennuttaja, ja se suosittelee puun käyttöä kaikissa uusissa rakennushankkeissa. Jos puuta ei voida jostain syystä käyttää, selvitetään tutkimuksen avulla, miten ongelma voidaan ratkaista muissa vastaavissa hankkeissa tulevaisuudessa. Julkisen sektorin toiminta, akateeminen tutkimus ja elinkeinoelämän intressit yhdistyvät Skellefteån puurakentamisessa.

Skellefteåssa on puukerrostalojen lisäksi toteutettu toimisto- ja liikerakennuksia sekä lisäkerrosrakentamista puusta. Uusimmat sillat ovat myös puurakenteisia. Kestävän kehityksen tavoitteita pyritään toteuttamaan jokaisessa rakennusprojektissa kaupungin ohjauskeinojen avulla. Rakennushankkeen toteuttaja voi valita useita tai ainakin yhden kestävän kehityksen tavoitteen, jota seurataan koko hankkeen ajan. Tavoitteen voi asettaa myös rakennushankkeen toteuttaja itse.

FORUM HOLZBAU NORDIC 2014

Forum Holzbau Nordic -konferenssi järjestettiin vuonna 2014 Trondheimissa, Norjassa. Norjassa puurakentamisperinne on jatkunut katkeamattomana. Konferenssin aikana Bergenissä rakennettiin jo 14-kerroksista puukerrostaloa. Norjalaiset ovat suosineet perinteisten järeiden puurakenteiden ohella jatkuvasti myös hybridirakenteita. Puusta on toteutettu kouluja, päiväkoteja, liikerakennuksia ja muita julkisia rakennuksia. Puuta on käytetty kaikessa rakentamisessa.

Konferenssin yhteyteen oli järjestetty työpaja Next Timber. Työpajaan oli koottu esityksiä Pohjoismaiden puurakentamisen uusimmasta tutkimuksesta ja muista tietolähteistä. Useita laajoja tutkimusprojekteja on lähtenyt käyntiin suuren mittakaavan puurakenteiden kehittämiseksi. Palomääräykset ja värähtelyarvot poikkeavat toisistaan pohjoismaisellakin tasolla. Suomessa kehitelty PES-järjestelmä esiteltiin erilaisia puutuotteita yhteen sovittavana, rakennuskäyttöjen yhteisenä kattavana järjestelmänä. Virolasta konferenssissa mukana oli puukerrostaloja teollisesti valmistavan Kodumajan edustaja.

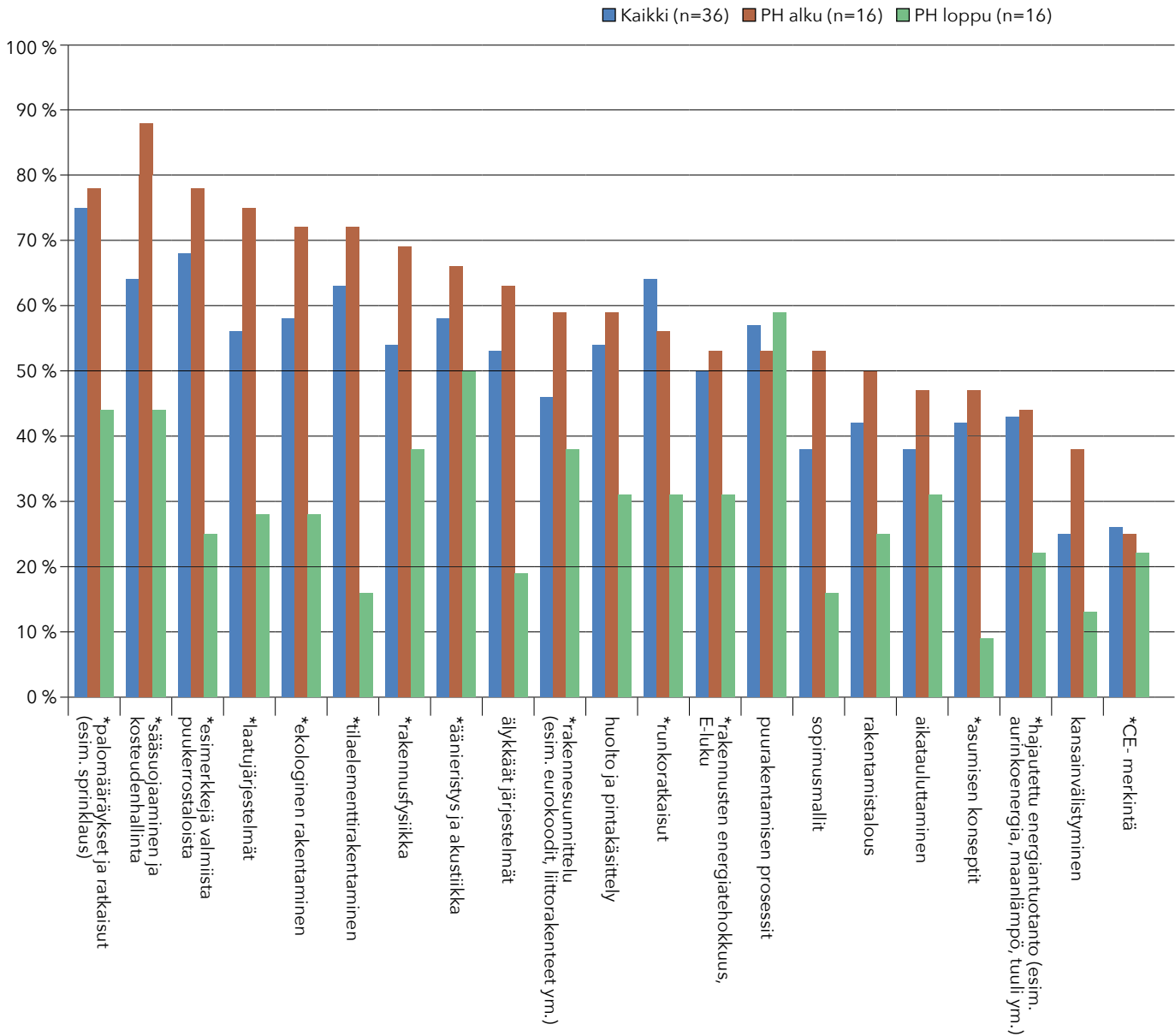
Tutkitun tiedon lisäämistä ja osapuolten välistä kommunikaatiota korostettiin konferenssin päätöslauselmassa. Tietotekniikan hyödyntäminen ja uudet teolliset tuotantotavat mahdollistavat suuren mittakaavan talotuotannon.

MITÄ YRITYKSILLE JÄI KÄTEEN?

Palautehaastattelut tehtiin Puu-Hubin jäsenille huhti-kesäkuussa 2014, siinä vaiheessa kun suurin osa koulutuksista oli järjestetty. Alku- ja palautehaastatteluissa kysyttiin samoja asioita. Palautehaastatteluja varten lisättiin muutamia projektin toimintaa koskevia kysymyksiä. Alkuhaastattelut tehtiin 36 yritykselle ja palautehaastattelut vain Puu-Hubiin mukaan tulleeille 16

TAULUKKO Yritysten koulutustarpeet.
Puu-Hubin alku- ja loppuhaastattelut.

Vasemmanpuoleinen pylväs kuvaa kaikkien haastateltujen toiveita, keskipylväs kuvaa Puu-Hubi -projektiin mukaan tulleiden toiveita projektin alussa ja oikeanpuoleinen pylväs heidän koulutustoiveitaan projektin loppupuolella. * =kyseisestä aiheesta on järjestetty työpaja tai koulutusta.



yritykselle. Haastattelujen perusteella voitiin havaita, että projektiin mukaan tulleilla yrityksillä oli keskimäärin enemmän koulutustarvetta kuin koko yritysjoukolla. Koulutusten tarve väheni selvästi projektin aikana, vaikkakin koulutuksissa annettujen palautteiden perusteella tiedotettiin uusia koulutustarpeita. Myös projektin aikana ilmenneisiin koulutustarpeisiin pyrittiin vastaamaan.

Yritysten osallistuminen vaihteli suuresti. Insinööritoimistot ja suuret tuoteosatoimittajat osallistuivat aktiivisimmin projektin toimintaan ja heiltä tuli myös positiivisinta palautetta. Yritykset ovat kehittäneet suunnitteluprosesseja ja saaneet uusia innovaatioita ja konkreettista apua esimerkiksi puuliitosten suunnitteluun. Koulutuksissa opittuja uusia ratkaisuja otettiin heti käytäntöön. Myös Eurokoodi-koulutuksen anti otettiin välittömästi käyttöön yrityksissä. Koulutuksissa saatiinkin sellainen pohja että se mahdollisti eurokoodin käyttöön oton suunnitteluprosessissa heti koulutuksen jälkeen. Koulutusten myötä uusia ohjelmistoja otettiin heti käyttöön suunnittelutoimistoissa helpottamaan ja tuomaan varmuutta suunnitteluprosessille. Osa koulutuksista ”herätteli” ja antoi uusia ideoita.

Osa yrityksistä sai uusia kontakteja muista verkoston jäsenistä ja luennoitsijoiden kautta valtakunnallisista toimijoista. Puurakentamisen suunnittelu on nyt Etelä-Pohjanmaalla sillä tasolla, että se kiinnostaa myös suuria toimijoita kuten Stora Ensoa ja MetsäWoodia. Tuoteosatoimittajat ovat saaneet kontakteja ja tarjouspyyntöjä sekä tiedon myötä rohkeutta tarjota omia tuotteitaan puukerrostaloihin muualle Suomeen. Yritykset saivat uusia ajatuksia, ideoita ja näkemyksiä oman toimintaan, lisäksi yhteistyökumppanien läheisyys tehostaa toimintaa.

YHTEISTYÖ

Puu-Hubin koulutuksissa, työpajoissa ja seminaareissa yrittäjät ovat voineet verkostoitua keskenään sekä muiden toimijoiden kanssa. Yritysyhteistyöllä toiminta voi edetä kohti konkreettisia puukerrostalototeutuksia ja työmahdollisuuksia. Jatkuva kehittäminen, koulutus, tutkimus ja tuotekehittely ohjaavat puurakentamista kohti uusia innovaatioita ja hyviä rakentamisen käytäntöjä.

Jatkuvan kehittämisen tavoitteena on puukerrostalorakentamisen kustannustehokkuus sekä hyvä tekninen ja arkkitehtoninen laatu. Osaamisen tasoa tulee nostaa kaikilla koulutustasoilla. Teollista valmistusastetta nostetaan ja työmaan rakennuskäytäntöjä kehitetään. Katkeamaton kuivaketju ja talotekniikan joustava integroiminen on oleellista rakennusprosessissa. Puura-

kentämisen positiivisista vaikutuksista, kuten ympäristövaikutuksista tiedotetaan jo tehoste-
tusti. Uusia tuoteinnovaatioita on kehitteillä, puuhun voidaan yhdistää myös muita materiaa-
leja hybridirakenteiksi.

LÄHTEET (PUU-HUBIN LUENNOT)

Ahonen, Antti, Puukerrostaloja Etelä-Pohjanmaalle, luento 21.5.2013

Airaksela, Mika, Suomalainen puukerrostalo, luento 6.6.2013.

Andrén, Hans, Puukerrostaloja Etelä-Pohjanmaalle, luento 21.5.2013 ja Puurakentamisella
elinvoimaa Etelä-Pohjanmaalle, luento 11.3.2015.

Björkman, Jouni, Näkökohtia puukerrostalon paloturvallisuuteen, luento 19.2.2013, Puuker-
rostalon paloturvallisuussuunnittelu, luento 18.4.2013 ja Aktiivinen palontorjunta puuker-
rostaloissa, luento 16.5.2013.

Cronhjort, Yrsa, Korjausrakentaminen, luennot 4.11.2014.

Edelman, Harry, Kestävä rakentaminen, luento 11.11.2013.

Helamaa, Anna, Asumisen konseptit, luennot 17.1.2014.

Hynynen, Ari, Puurakentamisen tieto-taitoa lisää Etelä-Pohjanmaalle, luento 5.2.2013.

Ijäs, Vesa, Suomalainen puukerrostalo, luento 6.6.2013 ja Puukerrostalorakentamisen tulevai-
suus- paneelikeskustelu, 19.9.2014.

Isotalo, Pekka, Puukerrostaloja Etelä-Pohjanmaalle, luento 21.5.2013.

Jaakkola, Hilikka, Puukerrostaloja Etelä-Pohjanmaalle, luento 21.5.2013.

Jalkanen, Jussi, Puurakenteiden liitokset, luento 12.2.2014.

Joensuu, Kirsi, Puukerrostaloja Etelä-Pohjanmaalle, luento 21.5.2013.

Jokelainen, Janne, Korjausrakentaminen, luento 4.11.2014.

Kaila, Panu, Perinnerakentaminen, luennot 24.1.2014.

Karjalainen, Markku, Puukerrostaloista liiketoimintaa, luento 17.8.2012, Puurakentamisen tie-
to-taitoa lisää Etelä-Pohjanmaalle, luento 5.2.2013, Puukerrostalorakentamisen tulevai-
suus- paneelikeskustelu 19.9.2014 ja Puu-Hubi toimintamalliksi, luento 17.2.2015.

Keronen, Asko, Puukerrostalon runkojärjestelmät ja rakennesuunnittelu, luennot 9.-10.1.2014,
Puurakennusten jäykistäminen, luennot 5.5.2014, 12.5.2014 ja 20.5.2014.

Koistinen, Petri, Eurokoodi 5 - puurakenteiden suunnittelu, luennot 11.10.2013, 25.10.2013,
1.11.2013, 15.-16.5.2014 ja 27.5.2014.

Koskinen, Sami, Puukerrostaloista liiketoimintaa, luento 17.8.2012

Kotilainen, Sini, Tilaelementtirakentaminen, luento 20.11.2013.

Kouri, Ilkka, Kilpailukyvyyn luominen Lean Management -periaatteella, luennot 2.-3.12.2013.

Kukkonen, Juha, Puurakenteiden liitokset, luennot 12.2.2014.

Kylliäinen, Mikko, Puurakennusten ääneneristys ja akustiikka, luennot 5.9.2013.

Kähkönen, Kalle, Tilaelementtirakentaminen, luento 20.11.2013, Puurakentamisella elinvoi-
maa Etelä-Pohjanmaalle, luento 11.3.2015.

Laasonen, Mauri, Mallintamisen hyödyntäminen rakentamisen eri vaiheissa – suunnittelu, tuo-
tanto, työmaa, luento 2.5.2013.

Lahdenmaa, Juuso, Tilaelementtirakentaminen, luento 20.11.2013.

Lassila, Anssi, Puurakentamisella elinvoimaa Etelä-Pohjanmaalle, luento 11.3.2015.

Louekari, Lauri, Näkökulmia puuarkkitehtuuriin, luennot 10.12.2013.

Mantila, Timo, Puukerrostaloja Etelä-Pohjanmaalle, luento 21.5.2013

Mattila, Jussi, Puukerrostalorakentamisen tulevaisuus-paneelikeskustelu, 19.9.2014.

Myllylä, Päivi, Näkökohtia puukerrostalon paloturvallisuuteen, luento 19.2.2013 ja Puukerrostalon paloturvallisuussuunnittelu, luento 18.4.2013.

Nieminen, Jyri, Kestävä rakentaminen, luento 11.11.2013.

Nokso, Harri, Puukerrostaloja Etelä-Pohjanmaalle, luento 21.5.2013

Pihlajaniemi, Henrika, Aurinkoenergia - valo - päivänvalo, luennot 19.2.2014.

Rintamäki, Esko, Puurakentamisella elinvoimaa Etelä-Pohjanmaalle, luento 11.3.2015.

Salila, Tuomas, Tilaelementtirakentaminen, luento 20.11.2013.

Saukko, Juhani, Puukerrostaloja Etelä-Pohjanmaalle, luento 21.5.2013.

Setälä, Harri, Puurakentamisella elinvoimaa Etelä-Pohjanmaalle, luento 11.3.2015.

Siikanen, Unto, Hyvä suunnittelu - puuarkkitehtuuri ja rakenteet, luennot 7.2.2014.

Sorama, Kirsti, Yhteistyöverkostolla menestykseen, luento 10.12.2014.

Tahkokorpi, Markku, Aurinkoenergia - valo - päivänvalo, luento 19.2.2014.

Teittinen, Toni, Mallintamisen hyödyntäminen rakentamisen eri vaiheissa - suunnittelu, tuotanto, työmaa, luento 2.5.2013.

Teriö, Olli, Asuinrakentamisen olosuhdehallinta, laatu ja tuottavuus, luennot 30.9.2013.

Tikka, Hannu, Puukerrostaloista liiketoimintaa, luento 17.8.2012, Hyvä suunnittelu - puu ja tila, luennot ja harjoitus 12.3.2014.

Timonen, Tomi, Puurakentamisella elinvoimaa Etelä-Pohjanmaalle, luento 11.3.2015.

Tolppanen, Karjalainen, Lahtela ja Viljakainen, Suomalainen puukerrostalo, Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino Oy, Tampere, 2103.

Toratti, Tomi, Mitä suunnittelijan tulee tietää CE- merkinnästä, luennot 7.2.2014.

Tuurinkoski, Kaisa, Aktiivinen palontorjunta puukerrostaloissa, luento 16.5.2013.

Ullakko, Keijo, Tilaelementtirakentaminen, luento 20.11.2013, Puurakentamisella elinvoimaa Etelä-Pohjanmaalle, luento 11.3.2015.

Wallenius Marjut, Puurakentamisella elinvoimaa Etelä-Pohjanmaalle, luento 11.3.2015.

Vinha, Juha, Puutalon rakennusfysiikka - Lämpö ja energia, luennot 30.5.2013, Puutalon rakennusfysiikka - Kosteus, luennot 31.5.2013.

Vuolle, Mika, Energiatehokas puukerrostalo, luennot 12.6.2013.



KUVA Uppfinnaren-toimistotalo, Växjö.

Anne-Marjo Panu.



TOIMINNALLINEN PALO- TURVALLISUUSSUUNNITTELU - TAPAUSSKOHTAINEN SUUNNITTELU JA OSAPUOLTEN VÄLINEN YHTEISTYÖ

JOUNI BJÖRKMAN

TIIVISTELMÄ

Toiminnallinen paloturvallisuussuunnittelu tarjoaa mahdollisuuden mikäli perinteinen komponenttiperustainen taulukkomitoitus ei toimi. Tämä saattaa tulla esille suurissa erikoiskohteissa kuten esimerkiksi kauppakeskuksissa, urheiluhalleissa, teollisuuskohteissa ja lentoliikenneterminaaleissa, joissa halutaan paljon suunnittelun vapautta ja välttää kohtuuttomia kustannuksia paloturvallisuuden vaarantumatta. Myös suurissa puurakentamiskohteissa perinteisten palosäädösten vaatimusten täytyminen on saattanut tulla ongelmaksi. Nykyisen taulukkomitoituksen mukaan esimerkiksi yli kahdeksan kerroksista puukerrostaloa ei voi rakentaa. Myöskään paljasta puupintaa ei saisi jäädä näkyviin. Toiminnallinen paloturvallisuussuunnittelu perustuu tulipaloon luonnonilmiönä, joka rasittaa rakennettua ympäristöä. Toiminnallisessa paloturvallisuussuunnittelussa ei kiinnitetä huomiota rakennuksen yksittäisten komponenttien palonkestävyyteen, vaan rakennuksen paloturvallisuuteen kokonaisuutena. Toiminnallinen paloturvallisuussuunnitelma on aina tapauskohtainen eikä sitä voi kopioida suoraviivaisesti toisiin samankaltaisiin kohteisiin. Toiminnallisen paloturvallisuussuunnittelun onnistuminen edellyttää toimivaa suunnitteluprosessia ja hyvää yhteistyötä suunnittelun eri osapuolten kanssa. Toiminnallisen paloturvallisuussuunnittelun keskeisiä välineitä ovat tulipalon kehittymistä ja paloilmiöitä sekä palontorjuntajärjestelmiä ja evakuointia kuvaavat laskentamallit, kuten tulipalojen numeeriset simuloinnit ja erilaiset riskianalyysimenetelmät.

KUVA Trondheimin rantamakasiinit.
Anne-Marjo Panu.

NÄKÖKOHTIA PUUKERROSTALOJEN PALOTURVALLISUUTEEN

Puurakentaminen on Suomessakin voimakkaasti yleistymässä. Ensimmäiset puukerrostalot Viikkiin rakennettiin jo 1990-luvulla, jolloin toki jo kiinnitettiin erityistä huomiota niiden paloturvallisuuteen (Björkman & Mikkola 2001). Ulkomailla on jo kokonaisia puurakennusalueita, joissa on puukerrostaloja ja pienempiä puutaloja lomittain. Suomessa puukerrostaloja nousee eri paikkakunnille kiihtyvään tahtiin. Helsingin Jätkäsaareen suunnitellaan kokonaista ”puumaailmaa”. Paloturvallisuuden kannalta puusta rakentaminen aiheuttaa helposti pohtimista ja pelkoakin ihmisissä. On totuttu ajattelemaan, että puutalo on palovaarallinen ja kivitalo kestää. Tiedetään tosiasiat: puu palaa ja kivi tai teräs eivät pala.

Paloturvallisuuden kannalta on ensinnäkin muistettava, että rakennuksen huoneiden sisältö ratkaisee ainakin henkilöturvallisuuden. Huoneen palokuorman määrä ja laatu, siis millaisia materiaaleja huoneessa on, ratkaisevat tulipalon syttymistodennäköisyyden ja palonkehittymisen nopeuden. Paljon ennen kuin kuumuus ja liekit kärventävät huonetilan sisällä olijat, on savu jo tappanut. Näin ollen palon alkuvaiheessa on usein yhdentekevää mistä materiaalista rakennuksen runko on tehty. Rakennuksen sisältö (palokuorma) määrää rakennuksen paloturvallisuuden alkuvaiheessa. Toki palon kehittyttyä riittävän pitkälle seinämateriaalien palonlevittämisominaisuudet alkavat merkitä. Puupinnallahan liekki toki leviää. Myös kantavien rakenteiden palonkesto-ominaisuudet tulevat kysymykseen palon myöhemmissä vaiheissa. Tässäkin on muistettava, että vaikka puu palaa, niin se myös kestää. Puu hiiltyy pinnasta, mutta kantavuus säilyy melko pitkään, kunhan puurakenne on riittävän paksu. Teräsrakenne menettää kantavuutensa melko äkillisesti jo noin 500 celsiusasteen lämpötilassa.

Puukerrostalorakentamisessa edellä mainittuja puurakentamisen ongelmia on yleensä ratkaistu niin, että huonetiloissa ei ole paljaita rakennuksen puurungon seiniä, vaan ne on peitetty esimerkiksi kipsilevyllä palonlevittämisen ehkäisemiseksi. Palonkehittymisen rajoittamiseksi ja pysäyttämiseksi sekä henkilöturvallisuuden parantamiseksi rakennuksen huoneisiin on asennettu sprinklerijärjestelmä ja mahdollisesti automaattinen paloilmoinjärjestely. Esimerkiksi Saksassa porraskäytävät tehdään betonista ja metallista poistumisturvallisuuden parantamiseksi. Myös ulkoseinissä saatetaan käyttää sprinklausta palon leviämisen estämiseksi rakennuksen puisen ulkoseinäpinnan kautta.

Puukerrostalojen rakentamisessa ongelmaksi on usein muodostunut nykyiset paloturvallisuusmääräykset, jotka eivät anna vastausta kaikkiin puurakentamisen paloturvallisuuskysy-

myksiin ja näin jarruttavat ja estävät puurakentamista. Toki säädöksiä on ajanoloon muutettu, ja näin aina vain suurempien puukerrostalojen rakentaminen on ollut mahdollista.

Suurten puurakennuskohteiden, kuten muidenkin suurten epätavallisten erikoiskohteiden paloturvallisuussuunnittelussa apua voi olla toiminnallisesta paloturvallisuussuunnittelusta, mikäli perinteinen taulukkomitointi ei anna vastausta siihen miten paloturvallisuus pitää rakennuksessa toteuttaa. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa E1: Paloturvallisuus on kohta, joka sallii vaihtoehtoisesti toiminnallisen paloturvallisuussuunnittelun eli oletettuun palonkehitykseen perustuvan palomitoituksen (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011).

TOIMINNALLINEN PALOTURVALLISUUSSUUNNITTELU

Perinteiset paloturvallisuusmääräykset perustuvat kokemusperäiseen tietoon ja valistuneisiin arvauksiin paloturvallisuusasioista ilman mitään luonnontieteellistä tietoa tulipalosta. Palosäädökset olivat komponenttiperustaisia, siis lukuarvo- ja luokkavaatimusperustaisia (esimerkiksi seinärakenne A60 tai palonkestävyysluokka P1). Nykyinen Suomen rakentamismääräysko-



KUVA Parkkitalo Skellefteån keskustassa. Anne-Marjo Panu.

koelman osa E1: Paloturvallisuus sisältääkin lähes kokonaan näitä taulukkomitoitussääntöjä. Näiden määräysten mukainen perinteinen suunnittelu on edelleen toimiva tavanomaisissa kohteissa.

Suuret ja erikoiset rakennetun ympäristön järjestelmät mukaan lukien suuret puukohteet ovat edellyttäneet palomääräysten kehittämistä laajojen kokonaisuuksien tarkasteluun. Tietotekniikan ja sen myötä erilaisten laskentamallien kehittäminen on tehnyt mahdolliseksi tarkastella suuria ja monimutkaisia rakennuskohteita luonnontieteelliseltä pohjalta lähtien tulipalosta luonnonilmiönä. Siinä ymmärretään palokuormasta johtuva huonetilassa oletettu palo eli mitoituspalo rakennusta rasittavana kuormana, joka rakennuksen tulee kestää turvallisuuden liikaa vaarantumatta. Asetelma vastaa sillan kantavuuden mitoittamista kestävänsä määrätyn painoisia ajoneuvoja. Tällainen mitoituslaskenta on insinööritieteissä jo perinteistä – miksei myös paloturvallisuustekniikassa? Toiminnallisessa paloturvallisuussuunnittelussa on siis luonnontieteellinen näkökulma.



KUVA Vierumäen puukerrostalo.
Rakentaja Rakennusliike Reponen Oy.
Anne-Marjo Panu.

TOIMINNALLISEN PALOTURVALLISUUSSUUNNITTELUN PERIAATTEET

Toiminnallisessa paloturvallisuussuunnittelussa (performance based fire safety design) järjestelmän - esimerkiksi rakennuksen - paloturvallisuus arvioidaan kokonaisuutena kiinnittämättä huomiota yksittäisten komponenttien, kuten seinien tai sprinkleripäiden, vaikutukseen. Määritellyille lähtöasetelmille (esimerkiksi mitoituspaloille) rakennuksen turvallisuus määräytyy siitä, että täyttyvätkö annetut turvallisuuskriteerit (esimerkiksi huonetilan kuumen kerroksen lämpötila ei saa ylittää 500 celsiusastetta etteivät katon teräsrakenteet petä). Rakennuksen turvallisuus voidaan ilmaista myös riskitasona (esimerkiksi enintään tietty määrä palokuolemia miljoonassa vuodessa tai rahallisia kustannuksia tuhannessa vuodessa sallitaan). Perinteinen komponenttiperustainen suunnittelu ei välttämättä yksinkertaisesti toimi suurissa monimutkaisissa järjestelmissä, kuten kauppakeskuksessa tai museossa. Komponenttiperustainen suunnittelu suurissa kohteissa saattaa johtaa helposti ylimitoitukseen ja edelleen huomattaviin tarpeettomiin kustannuksiin paloturvallisuustason parantumatta. Toiminnallinen paloturvallisuussuunnittelu säästää kustannuksia ja antaa suunnitteluun vapautta (avoimet suuret tilat, lasikatteet ja niin edelleen) johtaen jopa parempaan paloturvallisuustasoon kuin perinteinen suunnittelu. Näitä suuria erikoiskohteita on Suomessa lukumääräisesti vähän, mutta rakentamisen volyymissa ne edustavat huomattavaa osuutta. Toiminnallista paloturvallisuussuunnittelua sovelletaan nykyään pitkälle teollistuneissa maissa, kuten Yhdysvalloissa, Kanadassa, Pohjoismaissa, Keski-Euroopassa, Japanissa, Australiassa ja Uudessa-Seelannissa. Erityisesti suuret erikoiskohteet kuten kauppakeskukset, urheiluhallit ja teollisuusrakennukset ovat tyyppisiä toiminnallisen paloturvallisuussuunnittelun sovelluskohteita.

Luonnollisesti paloturvallisuustasovaatimuksen (vaatimuksenmukaisuus) on osoitettava riittävän luotettavilla menetelmillä, yleensä erilaisilla laskentamalleilla. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 kohta 1.3.2 antaa paloturvallisuusmääräysten puolesta mahdollisuuden toiminnalliseen paloturvallisuussuunnitteluun. Muistutettakoon, että myös yksittäisiä rakennusosia (seiniä tai pilareita) voidaan mitoittaa toiminnallisella periaatteella (vrt. Eurokoodit) ilman palokestävyyskokeita, mutta tässä yhteydessä tarkastellaan koko rakennuksen toiminnallista paloturvallisuussuunnittelua (overall performance based fire safety design). Itse asiassa E1:n kohdassa 1.2 sekä taulukko- että toiminnallista mitoitusta määrittävä rakennuksen paloturvallisuuden ”olennainen vaatimus”, kohta 1.2.1, on luonteeltaan toiminnallinen. Se asettaa rakennuksen paloturvallisuudelle seuraavat olennaiset vaatimukset: 1) rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa kestää niille asetetun vähimmäisajan, 2) palon ja savun kehittyminen ja leviäminen rakennuksessa tulee olla rajoitettua, 3) palon leviämistä läheisiin rakennuksiin tulee rajoittaa, 4) rakennuksessa olevien henkilöiden on voitava tulipa-



KUVA Puurakennuksia Rørosin vanha kaivoskaupungissa.
Anne-Marjo Panu.

lotilanteessa päästä poistumaan rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin, 5) pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon.

Rakennuksen paloturvallisuusvaatimusten täyttyminen voidaan osoittaa E1:n mukaan kahdella tavalla: 1) rakennus suunnitellaan ja rakennetaan E1:n määräyksissä ja ohjeissa esitetyllä tavalla noudattaen annettuja paloluokkia ja lukuarvoja (1.3.1) TAI 2) vaatimuksen täyttyminen todennetaan tapauskohtaisesti muulla luotettavaksi osoitetulla tavalla ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö (1.3.2) (= toiminnallinen paloturvallisuussuunnittelu) (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, Anon 2014).

TOIMINNALLISEN PALOTURVALLISUUSSUUNNITTELUN OSAPUOLET JA YHTEISTYÖ

Toiminnallisessa paloturvallisuussuunnittelussa osapuolina ovat: itse paloturvallisuussuunnittelija, paloviranomaiset (joiden täytyy lopulta tehdä ratkaisu siitä, että suunnitelma on hyväksyttävä), rakennusvalvontaviranomaiset, rakennuksen pääsuunnittelija, rakennesuunnittelijat, LVI-suunnittelijat ja arkkitehdit. Arkkitehdit ovat avainasemassa siinä, että rakennuksen yleissuunnitelma on sellainen, että rakennuksen paloturvallisuuskäsitteet täyttyvät. Niinpä paloturvallisuussuunnittelijan ja arkkitehdin pitäisi olla yhteistyössä heti suunnittelun alusta alkaen. Samoin paloturvallisuussuunnittelijan tulee suunnittelun alusta alkaen olla jatkuvasti yhteydessä paloviranomaisiin. Mikäli nämä mainitut yhteydet eivät ole kunnossa, niin suunnittelussa saattaa tulla eteen vaikeasti korjattavia ja kalliita korjaustoimenpiteitä ennen suunnitelman lopullista hyväksymistä.

Arkkitehtien koulutukseen tulisi sisältyä merkittävä annos paloturvallisuustekniikkaa, mitä ei nyt juurikaan koulutuksessa liene. Samoin paloviranomaisten koulutukseen tulee sisältyä riittävästi paloturvallisuustekniikkaa, jotta viranomaiset osaavat keskustella suunnitelmista ja ymmärtävät paloturvallisuussuunnitelma-asiakirjoja. Tämä asiantila onkin palopäällystökoulutuksessa jo korjaantumassa. Toiminnallista paloturvallisuussuunnittelua tekevän insinöörin tulee olla suorittanut A1-luokan palosuunnittelijan pätevyys (RIL 2014). Paloturvallisuussuunnittelijan (fire safety engineer) keskeisenä roolina on selvittää paloturvallisuuden suunnitteluperusteet, ottaa huomioon paloturvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden vuorovaikutukset, laatia paloturvallisuussuunnitelmat siten, että määräysten ja ohjeiden vaatimukset täyttyvät ja ohjeita noudatetaan, ja huolehtia että suunnitelma täyttää muun muassa sille asetetut muotovaatimukset. Rakenteiden, laitteiden ja muiden vastaavien osien suunnittelu jää kyseisten alojen asiantuntijoille. Tulee muistaa, että toiminnallinen paloturvallisuussuunnitelma on tapauskohtainen, eikä suunnitelmaa voi soveltaa toisessa kohteessa.

PALOTURVALLISUUSSUUNNITTELUPROSESSI

Suunnitteluprosessi lähtee siitä, että E1:n kohdassa 1.2.1 mainitut paloturvallisuuden olennaiset vaatimukset täyttyvät. Keskeisiä paloturvallisuustavoitteita ovat: henkilöturvallisuus, omaisuuden turvaaminen eli taloudellisten menetysten estäminen, liike- tai muiden toimintojen turvaaminen eli toiminnan keskeytysvahinkojen estäminen, ympäristön turvaaminen ja yhteiskunnan olennaisten toimintojen turvaaminen. Paloturvallisuus voidaan toteuttaa tyypillisesti sytytyslähteiden hallinnalla, rajoittamalla palokuormaa, materiaalien valinnalla, rakennuksen osastoinnilla ja poistumisteillä, asentamalla paloilmoittimia ja sammutusjärjestelmiä, rajoittamalla rakennuksen henkilömäärää ja käyttötapaa, kiinteistön kulunvalvonnalla ja pelastustoimen palveluilla.

Paloturvallisuustarkastelun kulku noudattaa seuraavia linjoja: tarkastellaan rakennusta paloturvallisuuden kannalta olennaisilta osilta (rakennuksen koko, muoto, aukot, palokuorman paikkajakauma, syttymislähteet, poistumistiet ja niin edelleen). Otetaan huomioon rakenteiden palonkestävyys sekä palonilmaisu- ja sammutusjärjestelmät (passiivinen ja aktiivinen palontorjunta). Otetaan huomioon rakennuksen käyttäjät (lukumäärä, paikkajakauma ja poistumiskyky, sekä uhattuna oleva omaisuus, toiminnot ja ympäristö). Arvioidaan uhkatilanteet



KUVA Sisäkatto puusta, Växjö.
Anne-Marjo Panu.

ja niitä vastaavat paloskenaariot ja kuvataan ne esimerkiksi mitoituspaloina laskentaa varten. Arvioidaan rakennuksen aktiivisten ja passiivisten palotorjuntamekanismien vaste oletettuihin paloihin. Kuvataan ihmisille ja omaisuudelle ja toiminnoille aiheutuvat seuraamukset (laskennallisesti). Analyysejä varten tulee valita sopivat paloturvallisuussuunnittelun työkalut: validoidut analyysimenetelmät (laskentamenetelmät), tulkitaan vaatimukset menetelmien kanssa yhteensopiviksi. Menetelmien tyyppi, laajuus ja taso on myös valittava. Rakennuksen paloturvallisuus voidaan arvioida esimerkiksi determinististä uhkakuvamallia tai stokastista kokonaisriskin arviointia käyttäen. Lopuksi arvioidaan täyttävätkö saadut paloturvallisuusratkaisut (suunnitelmavaihtoehdot) hyväksymiselle asetetut kriteerit.

Kriteerityyppejä ovat 1) vertailukriteeri (vertaillaan toiminnallisesti ja taulukkomitoituksella tehtyä suunnitelmaa), 2) deterministinen kriteeri (tarkastellaan rajatilaa, esimerkiksi savukeroksen paksuutta pahimman uhkakuvan mukaan) ja 3) todennäköisyyskriteeri (esimerkiksi rakennuksen sortumisen tai palokuoleman maksimitodennäköisyys).

Tyypillisiä toiminnallisen paloturvallisuussuunnittelun työkaluja, analyysimenetelmiä, ovat: tulipalojen palonkehittymisen numeeriset simulointimenetelmät (kenttämallit ja vyöhykemallit) ja muut analyttiset laskentamallit, kuten palopatsasmallit, paloilmaisimien ja sammutuslaitteistojen toimintaa kuvaavat laskentamallit, evakuointimallit poistumislaskelmiin sekä tapahtuma- ja vikapuut riskianalyysiin. Laskentamallit tulee olla riittävän hyvin todennettu- ja (validoituja) kokeellisilla palokoeaineistoilla. Joskus harvoin paloturvallisuussuunnittelussa voidaan tehdä savunleviämiskokeita esimerkiksi likaamattomalla alkoholisavulla jo toteutetussa rakennuksessa. Näistä työkaluista lisää tuonnempana. (Anon. 2014)

Viranomaishyväksyntää varten paloturvallisuussuunnitelma pitää dokumentoida hyvin. Dokumentointiin tulisi sisältyä rakennuksen ja sen aktiivisten ja passiivisten paloturvallisuusjärjestelyjen kuvaus, rakennuksen käytöstä koko sen elinaikana tehdyt oletukset sekä käytön aikana edellytettävät huolto- ja kunnossapitotoimet, pelastustoimen toimintamahdollisuuksien arviointi ja evakuointistrategia. Laskelmia varten tulee kirjata perusteet paloskenaarioille ja mitoituspaloille. Käytettävien (laskenta)menetelmien kuvaus: menetelmän soveltuvuus rajoituksineen sekä analyyseissä käytetyt lähtötiedot ja muut oletukset tulee dokumentoida. Laskentatuloksiin tulee liittää herkkyyshanalyysit, joilla selvitetään aiheuttavatko pienet muutokset lähtöarvoissa ja oletuksissa muutoksia tehtäviin johtopäätöksiin. Myös palonilmais- ja sammutuslaitteistojen vikaantumismahdollisuutta tulee arvioida. Lopuksi esitetään asetetut hyväksymiskriteerit ja verrataan saatuja tuloksia niihin.



KUVA Vierumäen puukerrostalon poistumistie parvekkeiden kautta.
Anne-Marjo Panu.



Suunnittelijalle ohjeiksi toiminnalliseen paloturvallisuussuunnitteluun voisi kirjata seuraavaa. Suunnittelijan tulee noudattaa hyviä systemaattisia käytäntöjä ja korkeaa ammattietiikkaa. Raha ei saa olla määräävin tekijä, vaan tulee pyrkiä riittävän korkeaan paloturvallisuustasoon. Tulokset tulee tarkistaa vertailemalla niitä tietoon todellisista tulipaloista, palokoetuloksiin, tutkimusraportteihin ja muihin laskettuihin tuloksiin. Rakennuksen koko elinkaari tulee ottaa huomioon ja arvioida mahdollisten muutosten vaatimat suunnitelman päivitykset. Tarkaste-luissa tulee yksinkertaistaa mahdollisimman paljon olennaisia tekijöitä menettämättä ja kon-servatiivisesti. Suunnitelma tulee luovuttaa vasta sitten, kun suunnittelija itse luottaa tuloksiin. Toiminnallisia paloturvallisuussuunnitelmia arvioivalle viranomaisille ohjeiksi voisi antaa seu-raavaa. Uhkakuvat ja niitä kuvaavat mitoituspäloet tulee määritellä yhdessä paloturvallisuus-suunnittelijan kanssa. Viranomaisen tulee vaatia perustelut kaikille analyysien (lähtö)tiedoille ja asianomaiset herkkyysanalyysit tarkasteluihin. Viranomaisen tulisi pohtia vastaako analyysin tulos viranomaisen omaa asiantuntija-arviota. Tarvittaessa tulee käyttää kolmannen osapuolen (esimerkiksi tutkimuslaitoksen) tarkistusta ennen suunnitelman hyväksymistä.

TOIMINNALLISEN PALOTURVALLISUUSSUUNNITTELUN VÄLINEITÄ

Toiminnallisen paloturvallisuussuunnittelun välineet voidaan jakaa kolmeen tyyppiin: 1) de-terministiset mallit, 2) stokastiset mallit ja 3) hybridimallit. Deterministiset mallit tyypillises-ti kuvaavat palon kehittymistä tai muuta tulipaloon liittyvää ilmiötä, kuten palonilmaisimen toimintaa tai evakuointia, ajan suhteen. Tyypillisiä deterministisiä malleja ovat numeeriset simulointimenetelmät ja suureyhtälöt. Stokastiset mallit ovat todennäköisysmalleja, ku-ten tapahtuma- ja vikapuumalleja sekä indeksimalleja, joilla tehdään tulipaloriskianalyysijä. Hybridimallit ovat edellä mainittujen mallien yhdistelmiä, joissa on sekä deterministisiä että stokastisia piirteitä. Monte Carlo-tyyppiset menetelmät ovat tyypillisiä hybridimalleja.

Tulipalon kehittämisessä huonetilassa (enclosure fire) on seuraavat vaiheet: syttyminen, jota voi edeltää kytevä palon vaihe, kasvuvaihe, lieskahdus, jos palokuormaa ja palamisilmaa on riittävästi eivätkä lämpöhäviöt ole riittäviä, täyden palon vaihe ja jäähtymisvaihe (= hiipu-misvaihe). Paloteho (yksikkö MW) kuvaa lämpöenergian vapautumista palossa. Mitoituspäloet ovat kohteen mitoitettavia uhkakuvia vastaavia päloja, joita kuvataan ajasta riippuvina palote-hoina. Palotehomallissa kasvuvaihe mallinnetaan tyypillisesti paraabelina, täyden palon vaihe vakiopalotehona ja hiipumisvaihe eksponentiaalisesti. Palokuorma (yksikkö MJ) on palote-hon aikaintegraali. Kasvuvaiheen nopeutta kuvataan toisen asteen termin kertoimella: kas-

vuaikatekijällä. Paikallisen palon liekin korkeutta voidaan kuvata erilaisilla liekin korkeusmal-leilla. Paikallisen palon liekkialueen yläpuolelle muodostuu savupatsas, joka suljetussa tilassa törmätessään kattoon voi kääntyä sylinterisymmetriseksi kattosuihkuksi stagnaatiopisteessä. Palopatsaan osat ovat näin pysyvä liekki ja sen yläpuolella oleva välialue, jossa liekki on osan aikaa, ja savupatsas jossa kuumat kaasut ja savu kulkeutuvat nosteen vaikutuksesta ylöspäin. Lämpötiloja ja virtausnopeuksia palopatsaassa kuvaavia malleja on useita. Maksimilämpötila ja virtausnopeus ovat palopatsaan symmetria-akselilla. Nämä suureet palopatsaan keskiakse-lin ympärillä mallinnetaan tyypillisesti normaalijakaumalla. Vastaavia malleja on myös palo-patsaan kaasupitoisuuksille.

Palon jatkuessa alkaa kuuma savukerros muodostua huoneen yläosaan. Kunhan kuumen ker-roksen paksuus on riittävä ja lämpötila 500-600 C on huonetilan lieskahdus (flashover) toden-näköinen. Kuuma savupatja alkaa säteillä lämpöä voimakkaasti alaspäin sytyttäen äkillisesti alapuolella olevan irtaimiston syttyvät materiaalit. Tätä vaihetta seuraa ilmanvaihdon rajoit-tama huonepalo, missä palamisnopeus on verrannollinen tilan aukoista riippuvaan ilmanvir-tauskertoimeen (Drysdale 1999, Karlsson & Quintiere 2000, Nenno 2002.)

TULIPALOJEN NUMEERINEN SIMULOINTI

Tulipalojen numeerisessa simuloinnissa käytetään kenttämalleja ja vyöhykemalleja. Tietoko-neiden laskentakapasiteetin lisääntyttyä kenttämallit ovat tulleet jo vakiintuneeksi insinööri-työkaluksi, mutta vyöhykemallejakin edelleen käytetään. Kenttämallin etu on se, että se kuvaa tulipalotilannetta fysiikan ilmiönä paljon oikeammin kuin vyöhykemalli, joka sisältää paljon epäfysikaalisia yksinkertaistuksia ja approksimaatioita.

Vyöhykemalleissa oletetaan huonepalossa muodostuvan tilan yläosaan kuuma kerros, jo-hon kuumat savukaasut keraantuvat, ja huoneen alaosaan muodostuu viileä kerros. Lähde-terminä on palopatsas, joka syöttää palamistuotteita, kuumia kaasuja systeemiin. Huoneen aukon (esimerkiksi oviaukko tai särkynyt ikkuna) yläosasta kuumat kaasut poistuvat huoneti-lastasta ja alaosaan virtaa kylmää korvausilmaa. Vyöhykemallien ratkaisuna saadaan esimerkik-si kuumen kerroksen keskimääräinen lämpötila ja sen korkeus. Lähtöarvona vyöhykemalliin on syötettävä muun muassa paloteho ajan funktiona, rakennuksen geometria ja lämmönsiir-to-ominaisuudet. Vyöhykemallin ratkaisut eivät ole analyyttisiä, vaan mallin tavallisten diffe-rentiaaliyhtälöjen ryhmä on ratkaistava numeerisen matematiikan keinoin. Numeerisia vyö-hykemalliohjelmistoja ovat muun muassa amerikkalainen CFAST ja belgialainen OZONE.



Tulipalon mallintamisen vaikeudesta johtuen vyöhykemallien yhtälöissä käytetään lukuisia, jopa epäfysikaalisia, yksinkertaistuksia. (Cox 1995, NIST 2014)

Tulipalon kenttämallit perustuvat virtauslaskentaan eli CFD-laskentaan (computerised fluid mechanics). Kenttämalliohjelmistoja käytetään runsaasti erilaisissa virtauslaskentasovelluksissa esimerkiksi energiatekniikassa ja lentokoneenrakennustekniikassa. Tulipalon mallintamisessa virtauslaskennan soveltamisen erityisvaikeus on lähdetermi, itse tulipalo, joka ei edellä mainituissa puhtaissa virtauslaskennan sovelluksissa ole ongelmana. Kenttämalleissa tarkastettava tila jaetaan pieniin esimerkiksi 10 cm x 10 cm x 10 cm alkeiskoppeihin. Jatkuvan aineen säilymlakien yhtälöistä, niin sanotuista Navier-Stokesin yhtälöistä ratkaistaan lämpötila, virtausnopeus ja kaasupitoisuudet kussakin alkeiskopissa. Lähdeterminä laskennassa on palaminen. Tämän osittaisdifferentiaaliyhtälöryhmän reunaehdot, kuten lämmönsiirto alueen reunoilla ja kinemaattinen viskositeetti, ovat olennainen osa ratkaisuun vaikuttavista tekijöistä. Navier-Stokesin yhtälöiden ratkaisuja ei voida esittää analyyttisessä muodossa, vaan ne ratkaistaan numeerisesti tietokoneohjelmistoilla, joita ovat esimerkiksi tulipalosovelluksiin kehitetyt virtauslaskentaohjelmistot FDS (Fire Dynamics Simulator) ja SOFIE (Simulation Of Fire In Enclosures). (Cox 1995, NIST 2014)

TULIPALOJEN KEHITTYMISTÄ KUVAAVIEN LASKENTAMALLIEN SOVELTAMINEN TOIMINNALLISESSA PALOTURVALLISUUSUUNNITELUSSA

Tulipalon kehittymistä kuvaavilla laskentamalleilla saadaan siis selville tyypillisesti lämpötilat ja virtausnopeudet sekä kaasupitoisuudet (CO₂ ja CO) tulipalon vaikutusalueella. Näitä laskentatuloksia voidaan käyttää herätteenä malleissa, joilla lasketaan esimerkiksi paloilmaisimen toiminta-aikaa tai rakenteiden kestävyyttä tulipalossa. Jos esimerkiksi kuuman kerroksen lämpötilaksi lasketaan huomattavasti alle 500 °C, voidaan arvioida, että kyseisestä tulipalosta ei aiheudu vaaraa teräsrakenteille, joiden kriittinen lämpötila on tyypillisesti noin 550 °C. Jos lämpötila on vähintään 500 °C:n tienoilla, voidaan kyseisen oletetun palonkehityksen, niin sanotun mitoituspalon uhkaavan teräsrakenteita, ja sortuman olevan todennäköinen. Toisaalta voidaan laskea aika, jolloin tilan alaosassa on riittävän korkea savuton kerros, jotta ihmiset voivat poistua rakennuksesta turvallisesti. Ihmisten poistumisajan laskemiseen on tarjolla useita laskentamalleja. Paloilmaisimen toiminta-aika, joka voidaan laskea ilmaisimen vastetta kuvaavasta differentiaaliyhtälöstä, on osa rakennuksen evakuointiaikaa. (Nenno 2002)

TULIPALORISKIANALYYSIT

Edellä kuvattuja deterministisiä palon kehittymistä kuvaavia malleja käytetään osana paloriskianalyysseja, joissa matematiikan keinoin, soveltamalla erityisesti todennäköisyyslaskentaa ja tilastotiedettä, pyritään määrittämään jonkin kohteen paloriski tai ainakin vertailemaan eri suunnitteluvaihtoehtojen suhteellista paloriskiä.

Paloriskianalyysiin kuuluu uhkien tunnistaminen, uhkien toteutumisen todennäköisyyden arviointi ja vahingon seurausten arviointi käsittäen henkilövahingot, taloudelliset vahingot ja ympäristövahingot. Tulipaloriskianalyyseissä käytetään useita eri menetelmiä ja analyysi voidaan toteuttaa tilanteen mukaan laajempana tai suppeampana. Tyypillisiä paloriskianalyysimenetelmiä ovat niin sanotut alkeelliset menetelmät, indeksimenetelmät, yksinkertaiset luotettavuustekniset menetelmät, systeemianalyttiset menetelmät (tapahtuma- ja vikapuut) ja simulointimenetelmät (Nenno 2002). Edellisessä menetelmälistassa mallin subjektiivisuus (arvioijasta riippuvuus) vähenee ja kvantitatiivisuus kasvaa mentäessä listalla oikealle. Menetelmät eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan niitä voidaan käyttää täydentämään toisiaan. Riskianalyysi ei ole koskaan täysin valmis, vaan sitä voidaan aina täydentää. Paloturvallisuusriskit on optimoitava siten, että kustannukset ja riskit minimoituvat. Puukerrostalon riskianalyysistä on esimerkki viitteessä (Björkman & Mikkola 2001).

AKTIIVISEN PALONTORJUNNAN MENETELMIÄ

Aktiivinen palontorjunta toteutetaan paloilmaisimilla ja sammutuslaitteistoilla. Passiivinen palontorjunta toteutetaan palonkestävillä ja paloa pidättävillä rakenteilla. Esimerkiksi puukerrostaloissa aktiivisilla palontorjuntajärjestelmillä, eli paloilmaisimilla ja sprinklereillä voidaan kompensoida passiivisten palontorjuntajärjestelyjen mahdollista heikkoutta. Aktiivisten palontorjuntajärjestelyjen vaikutus toiminnallisessa paloturvallisuussuunnittelussa toteutetaan käyttämällä paloilmaisimien ja sammutuslaitteistojen toimintaa kuvaavia laskentamalleja. Puukerrostaloissa ilmaisimina sopii käyttää optisia ja ionisaatiosavuilmaisimia, jotta palonilmaisu saadaan riittävän aikaisin. Lämpöilmaisimet reagoivat yleensä vasta kun huonetilan yläosassa ilmaisimen läheisyydessä on riittävän kuumaa, jolloin tulipalo on kehittynyt jo melko pitkälle. (Anon. 2014, Nenno 2002)

LÄHTEET

Anon. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E1. Rakennusten paloturvallisuus. Ympäristöministeriö. 43 s.

Anon. 2014. Paloturvallisuussuunnittelijan oppimisympäristö. Teknologian tutkimuskeskus VTT. Materiaali on osoitteessa <http://www.vtt.fi/sites/fise> (käyttäjätunnus: fise-reader, salasana)

Björkman, J. & Mikkola, E. 2001. Risk Assessment of a Timber Frame Building by Using CRISP Simulation. Fire and Materials, 25, pp. 185 – 192.

Cox, G. 1995. Compartment fire modelling. In: Cox, G. (ed.). Combustion Fundamentals of Fire. Academic Press, London UK, ISBN 0 12 194230 9. 476 +xii pp. (Harcourt Brace & Company, Publishers)

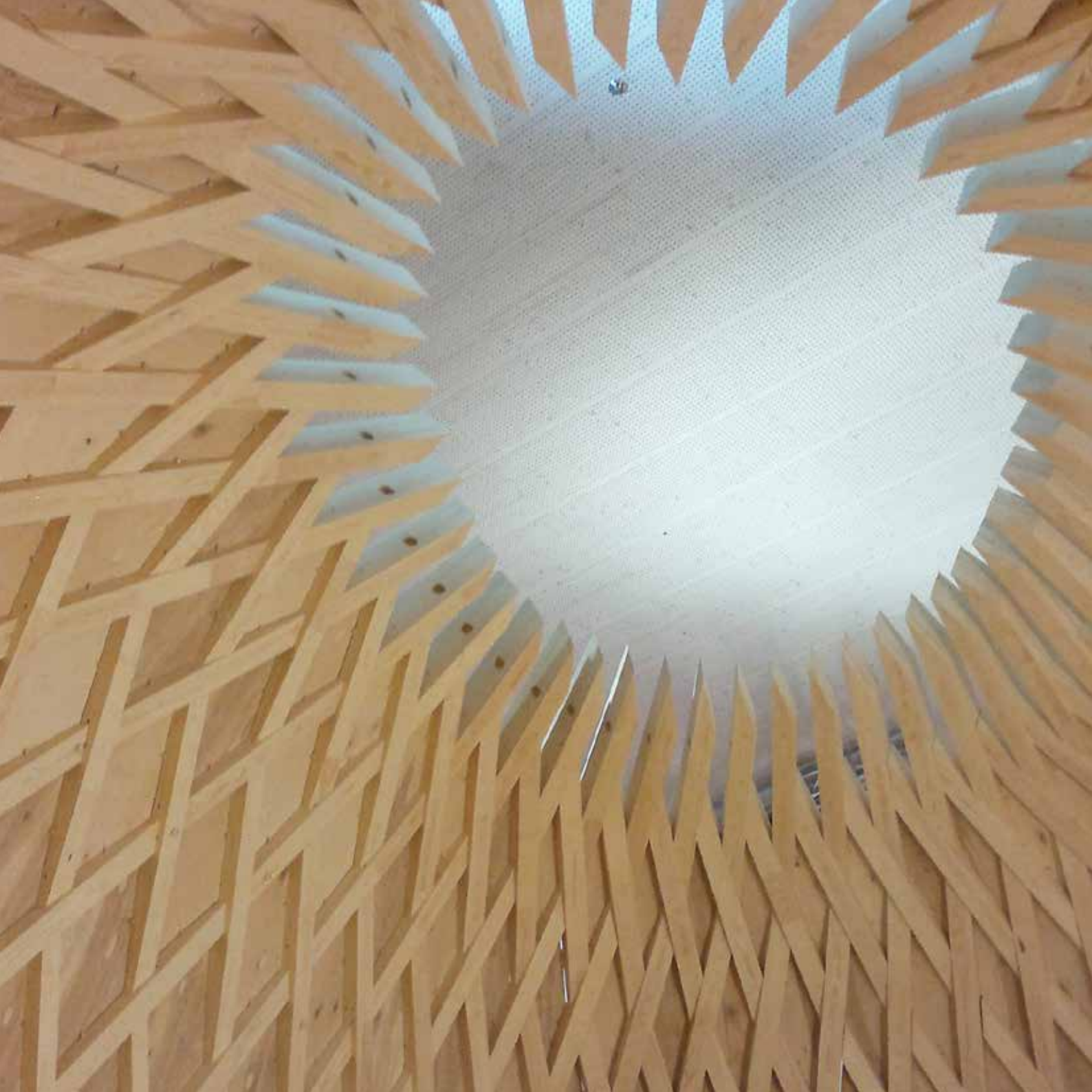
Drysdale, D. 1999. An Introduction to Fire Dynamics, 2nd edition, Wiley, 500 s.

Karlsson, B. & Quintiere, J. G. 2000. Enclosure fire dynamics. CRC Press LLC, FL, 315 pp., ISBN 0-893-1300-7.

Nenno et al. (ed.). 2002. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. SFPA and the Society of Fire Protection Engineers. No. MJHFPE-95. Revised edition, 2nd or newer.

NIST (National Institute of Standard and Technology, USA) 2014. <http://www.nist.gov/el/fire-simsoft.ctm>

RIL (Rakennusinsinööriliitto), 2014. Pätevyysvaatimukset, osoitteessa <http://www.ril.fi/fi/pätevydet>.



PUURAKENTAMISEN TIETOMALLINTAMINEN

MAURI LAASONEN & TONI TEITTINEN

TIIVISTELMÄ

Puurakentamisessa on hyödyntämätöntä potentiaalia mallintamisessa. Sen avulla alan tehokkuutta on mahdollista lisätä. Mallipohjaisten tietojen avulla laskelmiin saadaan tarkkuutta ja keskustelua eri vaihtoehdoista voidaan käydä numeroiden eikä mielipiteiden perusteella. Kun vanhoja painolasteja ei ole päässyt kertymään, on kehitys helpommin aloitettavissa puhtaalta pöydältä. Tällöin on mahdollista päästä nopeammin ja ketterämmin pidemmälle kuin kilpailijat.

Koko prosessin hallinta vaatii kuitenkin osaamista tietosisällöistä, mallinnusohjelmista ja -menetelmistä sekä tietojen yhdistämisen mahdollisuuksista erilaisissa tietoteknisissä ympäristöissä rakennusten suunnittelussa, valmistuksessa ja käytössä. Menetelmien ja ohjelmistojen kaupallinen kehittäminen tarvitsee menestyäkseen riittävän asiakaskunnan. Osapuolien on tehtävä tiivistä yhteistyötä kriittisen massan saavuttamiseksi.

MALLINTAMINEN RAKENNUSPROSESSISSA

VAATIMUKSET

Tietomallintamisen yleisistä eduista on puhuttu jo pitkään, mutta tavoitteiden toteutuminen käytännössä vie oman aikansa. On helppo piirrellä kaavioita, joissa laatikoita yhdistetään viivoilla toisiinsa. Vaikeampi on kehittää käytännön menettelytapoja, jotka ovat taloudellisesti kannattavia kaikille osapuolille.

Jotta tietomalli olisi käyttökelpoinen, sen pitää olla virheetön ja sisältää kulloiseenkin käyttötapaukseen määritellyt tiedot. Tällöin mallia pystytään hyödyntämään ohjelmallisesti ihmistyötä

KUVA Sotkan muna Suomen
luontokeskus Haltiassa, Espoo.
Anne-Marjo Panu.

vähentäen. Käytännössä vaikeutena on, että sama tieto voidaan syöttää eri tavalla jopa samalla ohjelmalla. Vaikka tiedon hyödyntäjälle riittää, että mallista saatava tietosisältö on oikein, on mallin tuottajan määriteltävä myös kulloinkin käytössä olevan ohjelmistoympäristön käyttötapaa. On määriteltävä mihin kohtiin ohjelmaa mikin tieto syötetään ja menettely, jolla tieto luetaan mallin ohjelmasta ulos. Riittävällä määrittelyllä ja työpanoksella käyttökelpoisen mallin tuotanto on mahdollista. On selvää, että mitä enemmän tietoa malliin halutaan sisällyttää, sitä enemmän työtä käyttökelpoisen mallin teko vaatii.

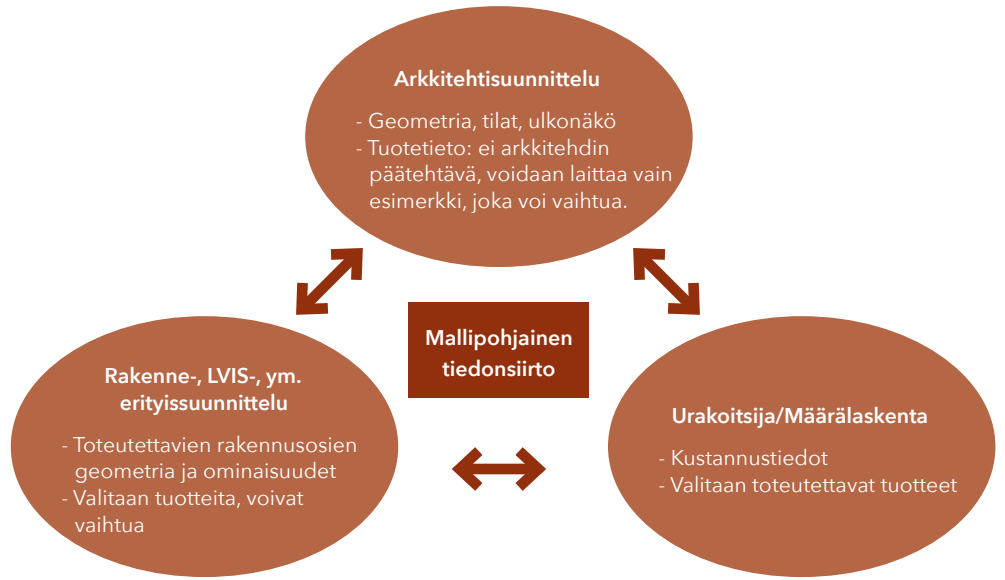
OSAPUOLTEN YHTEISTOIMINTA

Yleensä oletetaan, että malli tuotetaan suunnittelun yhteydessä, jolloin lähtömallin tekijöinä ovat pääasiassa arkkitehdit, rakennesuunnittelijat ja LVIS suunnittelijat. Mallintaminen on suunnittelijoille tehokkaaksi todettu työskentelytapa. Niin kauan kun mallia tehdään omaan käyttöön, on mallinnustyön hyöty-kustannus suhde selvitetävissä. Esimerkiksi rakenteiden suunnittelussa tietoja siirretään edestakaisin tietomallinnusohjelman ja mitoitusohjelman välillä. Työ nopeutuu ja hyöty on välittömästi saatavilla. Silti tällaisenkin menettelyn toteuttaminen ei ole itsestään selvää, vaan käytännössä voidaan tyytyä työvaltaisempaan menettelyyn kuin mitä tietotekniikka mahdollistaisi. Syytkin ovat tiedossa: menettelyn määrittely ja toteutus vaativat korkeatasoista teknistä osaamista. Myös käyttäjien on hallittava ohjelmistojen ominaisuudet riittävän hyvin. Muuttuvissa ympäristöissä myös järjestelmän ylläpito vaatii aktiivista toimintaa. Yrityksen tulisi investoida sekä ohjelmiin että henkilöiden koulutukseen. Investointiin kuuluu, että uusien menetelmien käyttöönotossa tuotannon tehokkuus putoaa joksikin aikaa.

Jos suunnittelijan on lisättävä malliin tietosisältöä, josta hänelle aiheutuu lisätyötä ja jonka hyödyt kohdistuvat jollekin toiselle rakennusprosessin osapuolelle, ollaan vaikeammassa tilanteessa. Suunnittelijan olisi arvioitava ”ylimääräinen” mallinnustyön osuus, joka pitäisi periaatteessa lisätä alkuperäiseen suunnittelupalkkioon. Käytännössä näin ei tapahdu vaan mallin tietosisällöstä, tietojen oikeellisuudesta ja mallin tietosisällöstä käydään jatkuvaa keskustelua epäselvässä sopimustilanteessa.

Seuraavan sivun kuvassa on esitetty kuinka mallin tietosisältö voi muuttua, kun suunnitelmaa ryhdytään toteuttamaan. Arkkitehdin suunnitelma tarkentuu muiden suunnittelijoiden tehdessä oman erikoisalansa mitoitus ja valitessa vaatimukset täyttäviä tuotteita. Tuoteosakaudessa urakoitsija voi kuitenkin vaihtaa tuotteita toisiin, jotka täyttävät samat vaatimukset. Mal-

littamisen tietosisällön kannalta tilanne on ongelmallinen, sillä urakoitsijan tehtäviin ei ole kuulunut mallin päivitys rakentamisen aikana. Lopullista tuotetietoa ei tällöin tallennu mihinkään malliin eikä mallia voi enää hyödyntää tiedonhallinnassa.



KUVA Mallipohjainen tiedonsiirto.
Mauri Laasonen & Toni Teittinen.

Eri osapuolet voivat hyödyntää mallipohjaisia tietoja rakennusprosessin eri vaiheissa. Mitä lähempänä mallin tuotantoa hyödyntäminen tapahtuu, sitä helpompi tiedonhallinta on saada toimimaan. Yhtä tärkeää on, että myös mallin teon kustannukset pystytään tällöin helpommin sopimaan. Esimerkiksi arkkitehdin tekemästä tietomallista voidaan tulostaa tilatiedot ja verrata niitä suunnittelun vaatimuksiksi asetettuun tilaohjelmaan.

Mitä kauempana alkuperäistä mallintajaa tiedon hyödyntäjä on, sitä vaikeampi on saada kaikkia osapuolia tyydyttävä ratkaisu sovittua. Tarkastellaan esimerkiksi rakennuksen energiankulutuksen simulointia.

Jos rakennuksen suunnittelu toteutetaan tietomallipohjaisesti, on kannattavaa hyödyntää tuotettuja tietomalleja erilaisten analyysien lähtötietona. Rakennuksen energiankulutuksen simulointisovellukset asettavat melko tarkkoja vaatimuksia lähtötietomallien tietosisällölle sekä mallinnuksen geometrialle. Kun nämä vaatimukset osoitetaan suunnittelutyön alkuvaiheessa, ovat ne täytettävissä nykyisillä tietomallinussovelluksilla.

Energian kulutuksen simulointi perustuu arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan yhdessä määrittämiin rakennetyyppeihin sekä arkkitehdin rakennukselle määrittämään geometriaan. Arkkitehti muodostaa rakennuksen geometrian hyödyntäen mallinnussovelluksen virtuaalisia rakennusosia, kuten tiloja, seiniä, ikkunoita, laattoja. Geometrian lisäksi objektien tulisi sisältää tieto rakennetyypeistä, jotka rakennesuunnittelija ja arkkitehti ovat yhdessä määrittäneet.

Energia-analyysin tekijä saa lähtötiedokseen listauksen käytettävistä rakennetyypeistä ja arkkitehdin tietomallin, jossa rakenteilla on samat tunnistet, kuin rakennetyyppilistauksessa. Tämän jälkeen energia-analyysin tekijä luo sovelluksessa rakennetyypit ja yhdistää nämä rakennetyypit arkkitehdin lähtötietomalliin. Tämän lisäksi arkkitehdin lähtötietomallin tulee sisältää tiedot tilojen nimistä siten, että voidaan päätellä millaista käyttöä tilassa tulee olemaan. Kun nämä yhdistetään paikalliseen ilmastotietoon, saadaan tehtyä luotettavia simulointeja rakennuksen energiankulutuksesta sen elinkaaren aikana.

Edellä kuvatussa prosessissa jokainen osapuoli tekee työtä omalla erityisosaamisalueellaan. Näin ollen syntyvä tieto on luotettavaa ja siihen perustuen voidaan tehdä päätöksiä. Tämä kuitenkin vaatii tietomallipohjaisen suunnitteluprosessin tuntemista ja sen johtamista.

KEHITYSTARPEITA

Mallintamisen tekninen hyödyntäminen on kuitenkin vain osa prosessia. Prosessi pitää hallita myös kaupallisesti. Jos arkkitehti tarvitsee vaatimusten mukaisen mallin tekoon lisätyötä tai ulkopuolista maksullista asiantuntijaa, pitäisi lisäkustannusten määrä tunnistaa ja hinnoitella. Edellä mainitussa esimerkkitapauksessa mallille voidaan asettaa vaatimus, että rakenteiden tietojen pitää sisältää niiden lämmöneristyskykyä kuvaava U-arvo, joka ei ole suoraan arkkitehdin määritettävissä. Ei ole olemassa käytäntöjä, joilla arkkitehdille korvattaisiin lisääntynyt mallinnustyö tai vastaavasti pienennettäisiin simuloijan palkkiota, jos hänen ei tarvitse selvittää tietoa ja syöttää laskentaan.

Hyödynnettävissä olevien mallien tuotanto vaikeutuu lisää, kun tarkastellaan esisuunnitteluvaihetta. Investoijat tutkivat useita kohteita ja niissä useita eri vaihtoehtoja, jolloin vain pieni osa suunnitelmista toteutuu. Suunnitteluun ja siihen liittyvään mallintamiseen ei ole käytettävissä resursseja. Mallien tietosisältö on tuolloin lähtökohtaisesti hyvin rajallinen. Tarkempi suunnittelu on mahdollista vasta, kun investoinnin takaisin saannista on varmuus eli kohteella on esisopimus tulevan vuokralaisen tai kiinteistön ostajan kanssa. Silti esisuunnitteluvaiheen mal-



KUVA Suomen luontokeskus Haltia,
Espoo. Anne-Marjo Panu.

lintamiseen kohdistuu suuria paineita, sillä on hyvin tunnettua, että siinä määräytyy suurin osa rakentamisen kustannuksista. Kustannukset pitäisi pystyä laskemaan mallin avulla mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Ongelmana on tuottaa käyttökelpoisia malleja mahdollisimman edullisesti parhaan vaihtoehdon löytämiseksi ja loppukäyttäjän sitouttamiseksi hankkeeseen.

Esisuunnitteluvaiheeseen pitäisi kehittää uusia mallintamisen työkaluja, joilla työtä voidaan nopeuttaa ja siirtää rutiininomaisia tehtäviä tietokoneelle. Mallien teko voisi olla parametriohtavaa ja varsinainen mallin muodostus pitkälle ohjelmoitua. Tämä edellyttää, että mallinnusohjelman pitäisi pystyä käsittelemään todellisia tuotannossa olevia rakennusosia ja muodostamaan niistä ohjelmallisesti järkevän rakennuksen mallin, jonka avulla kohteen eri ominaisuuksia voidaan laskea ja vertailla.

Yhteenvetona mallintamisen tehokkaaseen hyödyntämiseen tarvitaan kolmea asiaa:

1. Bisnesmalli, jolla voidaan käydä kauppaa käyttökelpoisista malleista.
2. Osaamista mallintaa, siirtää tietoa ja varmistaa mallin laatu.
3. Ohjelmallisia työkaluja tehokkaaseen mallinnustyöhön.

MALLINTAMINEN RAKENNUSTUOTETEOLLISUUDEN JA YLLÄPIDON NÄKÖKULMASTA

OSAPUOLET

Rakennustuoteteollisuuden kannalta tärkeintä on saada tuotteita kaupaksi. Mallintamisen avulla rakennusprosessin osapuolille tarjotaan täsmällistä tuotetietoa, jonka avulla tuotteiden käyttö helpottuu. Suunnittelijoilla ja rakentajilla on tiedossa oikeat mitat ja tuotteiden ominaisuudet, jolloin he osaavat tilata suoraan tuotannossa olevia tuotteita. Teollisuus saa jakamansa tiedot takaisin tilauksen muodossa, jolloin tuotannon intressissä on huolehtia, että tieto lähtee ja palautuu tuotannon kannalta oikeanlaisessa ja tietosisällöltään riittävässä muodossa. Kalliiden erikoisratkaisujen käyttö vähenee, tilausten voidaan olettaa olevan virheettömämpiä ja tuotannon tietojärjestelmät voidaan virittää toimimaan yhteen mallintamisen kanssa.

Tuotetiedon jakaminen lisää kilpailua, sillä eri vaihtoehtojen vertailuun on saatavissa helposti lähtötietoja. Joku voi nähdä tämän haittana, mutta alan kehittymisen kannalta kilpailu kannustaa kehittämään parempia tuotteita. Loppukäyttäjät, jotka maksavat viime kädessä kaikki kustannukset, saavat paremmin vastinetta rahoilleen. Myös yhteiskunta hyötyy tehokkaammista ja laadukkaammista rakennuksista, joissa on kiinni iso osa kansallista varallisuutta.

Tuotepohjaisen mallintamisen kehittämisessä tuottajaosapuolia ovat rakennustuoteteollisuus, ohjelmistojen kehittäjät ja mallipohjaista tiedonhallintaa kehittävät suunnittelijat. Tilaaajapuolella ovat rakennusten omistajat ja käyttäjät. Jokaisella osapuolella on oma roolinsa ja ansaintalogiikkansa, mutta koska kyseessä on jatkuva tiedonhallintaprosessi, ei kenenkään kannata tehdä mitään, jos muut osapuolet eivät samanaikaisesti hoida omaa tonttiaan yhtä hyvään kuntoon. Kehitystyön aloittaminen on tällöin vaikeaa ja tarvitaan useita positiivisia signaaleja kaikilta, että jotain konkreettista tapahtuu. Rakennusosalalla toimii useita järjestöjä, joiden yhtenä tavoitteena on edistää alan kehitystä. Järjestöillä on täten myös merkittävä rooli kehityshankkeiden aloittamisessa joukkojen yhteen kokoamisen kautta.

Usein odotetaan, että kehitetään ensin työkaluja, joita sitten vähitellen otetaan käyttöön. Ohjelmistotalalla kehityksen ja käyttöönoton nopeutta on vaikea ennustaa, jolloin investointeja joudutaan miettimään tarkasti. Jos riittävä määrä hyödyntäjiä on taattu, ohjelmien nopeakin kehitys on mahdollista. Tämän vuoksi hyödyntäjiltä tulevat signaalit ovat tärkeimpiä tekijöitä, kun ohjelmistojen tuottajat miettivät tuotteidensa kehitystä.

Insinööritoimistot tekevät myös omaa kehitystyötä mallintamisessa. Työkalut tehdään joko tilauksesta käyttäjälle tai omaan käyttöön. Kummassakaan tapauksessa kehitetyt menetelmät eivät välttämättä leviä yleiseen käyttöön, sillä niiden sisältämiä tietoja voidaan pitää kilpailuetuna. Salailu kuitenkin haittaa alan yleistä kehitystä. Ohjelmatyökalujen tilaajat voivatkin levittää ohjelmistotuotteita laajempaan käyttöön, jos se edistää heidän intressejään. Myös insinööritoimistot voivat nähdä alan yleisen kehittämisen kansallisella tasolla auttavan esimerkiksi kansainvälisessä kilpailussa.

MALLIEN HYÖDYNTÄMINEN YLLÄPIDON AIKANA

Kiinteistöjen ylläpito ei ole toistaiseksi mallipohjaista. Menettelyssä on vielä paljon kehitettävää. Ensimmäinen ongelma on lähtötiedoissa, sillä suunnittelumalli käy huonosti ylläpidon pohjaksi. Vaikka rakennuksen lupakuvat tehdäänkin suunnitelmamallin perusteella, ei toteutuneessa rakennuksessa välttämättä ole täsmälleen niitä tuotteita, joita suunnitelmassa on esitetty. Myös muutoksia tiloissa ja detaljeissa voidaan tehdä rakennusvaiheessa eikä niitä välttämättä päivitetä suunnittelumalliin. Tämän vuoksi suunnittelumallia ei saisi koskaan suoraan käyttää ylläpidon lähtötietoina.

Sen sijaan jos rakennetusta kohteesta olisi olemassa toteumamalli, se sopisi erinomaisesti ylläpidon lähtötiedoiksi. On tärkeää ymmärtää suunnittelumallin ja toteumamallin ero. Täyd-



KUVA Växjön kaupungintalon sisäänkäyntiaula. Anne-Marjo Panu.

lisin toteumamalli perustuu työmaalla tehtyihin mittauksiin, jolloin myös toteumamallin mittatarkkuus on varmistettu. Toistaiseksi ylläpidon lähtötietojen kerääminen tehdään enemmän tai vähemmän käsityönä eikä toteumamallia tehdä. Toteumamallista ei ilmeisesti katsota saavan sellaista hyötyä, että sen tekemisen kustannukset olisivat perusteltuja.

Ylläpidon kannalta tärkeimpiä tietoja ovat työ- ja materiaalimenekit sekä toimenpiteiden toistuvuus. Nämä tiedot tulisi olla johdettavissa rakennusosien määrätiedoista riittävällä tietosisällön laajentamisella. Kaikkea ylläpitotietoa ei kannata tallentaa esimerkiksi rakennusten suunnitteluun käytettäviin malleihin, koska se lisäisi mallinnustyötä ja vaikeuttaisi tiedonhallintaa. Esimerkiksi eri lattiamateriaalien siivouskustannuksia ei ole järkevää tallentaa arkkitehdin malliin. Tällöin ylläpitotiedot on kyettävä yhdistämään mallin määrätietoihin joko käsin tai automaattisesti tunnistneiden perusteella. Automaattinen menettely soveltuisi myös esisuunnitteluvaiheeseen, jotta silloin voitaisiin tarkemmin laskea suunnitellun rakennuksen ylläpidon kustannuksia. Esimerkiksi mielipiteisiin perustuva keskustelu puupintojen ylläpitokustannuksista eri olosuhteissa voitaisiin päättää tutkimukseen perustuvilla julkisilla laskentakaavoilla.

PUURAKENTAMISEN MALLINTAMISEN KEHITTÄMINEN

PUURAKENTAMISEN MALLINTAMISEN NYKYTILANNE

Puurakenteiden mallintaminen on nykyisin erityisosaamisalue, jonka osaajia on vähän. Yleisesti saatavaa mallintamisen tukea ei ole.

Jokaisella tuottajalla on omat tuotteensa. Sama ohjelmakoodi ei tue erilaisia tuotteita vaan jokainen tuote on ohjelmoitava erikseen. Yksittäisen tuotteen tuotannon määrät ovat pieniä, jolloin markkinat ohjelmatuotteelle ovat pienet.

Mallintamisohjelmat voidaan jakaa kahteen päätyyppiin. Puurakenteita voidaan mallintaa yleisillä ohjelmilla lisäämällä niiden rakennusosakirjastoon tarvittavat rakennusosat. Näiden mallien tietosisältö on rakennusosien osalta päämittojen lisäksi yleensä neliö- tai kappalepohjaista. Sellaisenaan ne eivät tue rakennuselementtien tuotantoa. Pidemmälle viedyt erikoisohjelmistot pystyvät mallintamaan rakennusosat tuotannon vaatimalla tarkkuudella, jossa jokainen yksittäinen rakennusosan osa on mallinnettu oikeilla mitoilla. Jotta mallintamisessa olisi mahdollista päästä elementtituotannossa käytettäviin tietosisältöihin, on myös rakennusosien väliset liitokset mallinnettava. Liitosten mallintaminen on hyvin työlästä ilman erikoisohjelmia. Liitok-

sisssa on runsaasti muuttuvia tekijöitä, jolloin niiden mallinnusohjelmilta vaaditaan paljon toimintoja. Liitoksista mallintavista ohjelmista ei ole mahdollista tehdä kovinkaan yleisiä vaan jokainen liitostyyppi ja erilainen liittyvä osa on ohjelmoitava erikseen.

Puurakentamiseen on joitain mallintamista tehokkaasti hyödyntäviä erikoisohjelmia, mutta niiden käyttötarkoitus on rajattu. Käyttäjät eivät voi itse vaikuttaa ohjelman tekemisiin vaan kaikki muutokset on tilattava ohjelman tuottajalta. Käytännössä kaikissa yleisessä mallinnusohjelmis- sa on ohjelmointirajapinta, jolla käyttäjä voi itse lisätä ominaisuuksia ohjelmaan. On havaittu, että tämä edistää ohjelman monipuolista käyttöä ja sen kautta kasvattaa markkinoita. Pienillä erikoisohjelmistoilla ohjelmointirajapinnat eivät yleensä ole auki, jolloin kaikki muutokset on tilattava ohjelman toimittajalta.

KÄYTÄNTÖ MUILLA MATERIAALEILLA

Teräs- ja betonirakenteiden mallintamiseen on kehitetty valmiita materiaali- ja profiilikirjas- toja yhteistyössä alan eri osapuolten kesken. Valmistavan teollisuuden kyky vastaanottaa tie-



KUVA Finnforest Oyj -toimitalo, Espoo.
Anne-Marjo Panu.



tomalli-muotoista suunnitteluaineistoa on avainasemassa tietomallintamisen täysimittaisten hyötyjen saavuttamisessa. Työstökoneiden numeerisessa ohjauksessa tietomallien arvo nousee huomattavasti perinteiseen dokumenttipohjaiseen tiedonsiirtoon verrattuna. Toiminta ei ole kuitenkaan vielä täysin rutiininomaista vaan alalla on tehostamispotentiaalia integroidun suunnittelu- ja toteutusprosessin kehittämisessä.

Teräs- ja betonirakenteiden toimittajat ovat kehittäneet toimintatapojaan yhdessä niin suunnittelijoiden kuin rakentajienkin kanssa. Kaikki osapuolet suunnittelussa, valmistuksessa ja työmaalla voivat hyödyntää tietomalliin syötettyä toteumatilannetta omassa työnsuunnittelussaan. Yhteistoiminta edellyttää tiettyä avoimuutta eri osapuolilta. Myös rakentamisen uudet hankemallit vaativat alan toimijoilta kehittymistä kohti tätä avoimuutta. Avoimuuden avulla luottamus toisiin osapuoliin lisääntyy, mikä puolestaan parantaa asiakkaalle toimitettavan lopputuotteen, eli valmiin rakennuksen, laatua.

KEHITYSPOTENTIAALI

Yhteistyö, niin kumppani- kuin kilpailijayritystenkin välillä, on ehdoton edellytys puurakentamisen kilpailukyvyn kohentamisessa. Puurakennusteollisuus on tehnyt tämän suhteen ansiokasta työtä materiaalin julkisuuskuvan parantamisessa. Nyt samankaltaista yhteistyötä olisi syytä tehdä myös mallintamisen toimintatapojen kehittämisessä.

Tärkeimpiä mallintamisen suoria hyödyntäjiä ovat suunnittelijat ja rakentajat. Tietosisällön kannalta tärkeimpiä ominaisuuksia ovat rakennus- ja ylläpitokustannukset, sekä nykyään myös energiatehokkuus ja päästöt ympäristöön. Välillisesti mallintamisen hyödyt ovat laajemmat, mutta niihin päästään käsiksi vasta kun mallien tuotanto on kunnossa. Helpointa on aloittaa kehitys pienemmällä joukolla, joka on toiminnallisesti lähempänä toisiaan ja jolloin mallintamisen kustannukset ja hyödyt pystytään helpommin yhdistämään.

Puurakenteiden mallintamista pystytään tehostamaan vielä huomattavasti mallinnustyökaluja kehittämällä. Ottamalla oppia alan yleisestä kehityksestä ja soveltamalla sitä puurakentamiseen ei kaikkea tarvitse keksiä uudestaan alusta asti. Mallintaminen on myös mahdollisuus tuoda esille puurakenteiden hyviä ominaisuuksia laskennallisten faktojen avulla. Tutkimukseen perustuvat laskentamenetelmät voidaan yhdistää suunnittelumallien tuottamiin tarkoihin määrätietoihin, jolloin lopputuloksena saadaan esitettyä rakennuksien käytön aikaisia ominaisuuksia rakennuksien tilaajille.



HINTAMEKANISMI JA LUOTTAMUS YHTEISTYÖSSÄ

RAKENNUSALAN JA PUUTUOTEALAN YRITYSTEN VÄLISET
YHTEISTYÖSUHTEET

KIRSTI SORAMA & SALLA KETTUNEN

TIIVISTELMÄ

Tämä artikkeli perustuu rakentamisen toimialan ja puutuoteteollisuuden välistä yhteistyötä ja verkostoitumista käsittelevään tutkimukseen. Tutkimus on osa Palvelevat Puuyritykset -toimialahanketta, jota on rahoitettu Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmasta. Kyseessä on Suomen metsäkeskuksen Julkisten palveluiden, Etelä- ja Keski-Pohjanmaan alueyksikön ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun yhdessä toteuttama puutuotealan kehittämishanke. Tätä artikkelia laajempi tutkimusraportti on julkaistu Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarjassa B, Raportteja ja selvityksiä, B93.

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää, 1) millaiset ovat rakennusalan yritysten liiketoiminnan peruslähtökohdat, 2) mitkä ovat rakennusalan ja puutuotealan yritysten kilpailuedun lähteitä, 3) minkälaisia yhteistyösuhteita ja verkostoja rakennusliikkeiden ja puutuoteyritysten välillä on, sekä 4) millaisella toimintamallilla rakennus- ja puutuotealan yritykset voisivat kehittää yhteistyötään? Tutkimuskysymyksiin pyrittiin vastaamaan haastattelemalla sekä rakennusalan että puutuotealan yrityksiä. Kaikkiaan haastateltiin kahdeksaa rakentamisen toimialan yritystä ja seitsemää puutuotealan yritystä.

Rakentamisen toimialalla on pitkät perinteet toimintamallista, jossa korostuu kilpailutus jokaiseen projektiin erikseen. Tällä pyritään estämään ”välistä vetämistä”, jota verkostoitumisen teoriassa kuvataan opportunistiseksi käyttäytymiseksi. Tätä pidetään suurimpana syynä projektista toiseen toistuvaan kilpailutukseen. Puutuotetoimijat ovat hyvin tietoisia markkinahinnoista ja pyrkivät aina hinnoittelemaan tarjouksensa sen mukaisesti. Kuitenkin jatkuvaan kilpailutukseen perustuvaan toimintaan sitoutuu vaihdantakustannuksiksi (transaction costs)

KUVA CLT-tehdas, Cross Lam Kuhmo.
Anne-Marjo Panu.

nimettyjä kustannuksia, joita syntyy muusta kuin varsinaisesta suorituksesta, kuten esimerkiksi tarjouspyynnöistä, tarjouksista, neuvotteluista ja tilausvahvistuksista. Kilpailutuksen voidaan ajatella olevan järkevää vain silloin, kun kilpailuttamalla saadun hinnan ja vaihdantakustannusten summa on pienempi tai yhtä suuri kuin markkinahinta. Verkostoitumisen teoriassa lähtökohtana on, että yhteistyökumppaneiden välistä luottamusta rakentamalla estetään opportunistinen käyttäytyminen. Lisäksi luottamuksella voidaan korvata hintamekanismi yhteistyösuhteen ohjauksessa.

Rakentamisessa on viime vuosien aikana yhä enenevästi raportoitu ongelmista, jotka vaikuttavat erityisesti rakentamisen laatuun. Rakennusteollisuus Ry teki vuonna 2013 kyselytutkimuksen, jonka tulosten perusteella voidaan todeta, että toimialalla olisi mahdollisuus vastata alan haasteisiin ottamalla käyttöön uusia kiinteämpiin yhteistyösuhteisiin perustuvia toimintatapoja ja kehittämällä osaamista esimerkiksi toimitusketjun hallinnan ja Lean Construction ajattelun avulla.

LUOTTAMUS JA HINTA ALIHANKKIJAN VALINNASSA

Rakennusalalla hankinta voi ja on ollut lähinnä hintaan perustuvaa. Kuitenkin voidaan esittää vahvoja perusteita sille, että hinta ja luottamus eivät ole keskenään kilpailevia, vaan ennemminkin toisiinsa kietoutuneita hankintamekanismeja (Bradach & Eccles 1989). Rakennusalalla suhdanteet vaihtelevat jyrkästi ja päähankkijat kohtaavat kysynnän heilahtelua, joka puolestaan luo epävarmuutta työhön ja resurssien käyttöön (Eccles 1981). Rakennusala poikkeaa useimmista muista aloista siinä, että alalla ei ole mahdollisuutta kovin paljoa tasoittaa vaihtelua esimerkiksi tekemällä varastoon tai luomalla uusia markkinoita. Yleisesti vaihteluihin vastataan käyttämällä alihankkijoita lisäämään joustavuutta ja minimoimaan kiinteitä kuluja. Lisäksi alihankinnalla pienennetään riskiä. Näin ollen hintapainotteinen alihankinta minimoi kuluja.

Kuitenkaan vaihdanta päähankkijoiden ja alihankkijoiden välillä ei ole pelkkää spotti-markkinaa. Päähankkijoiden oma projektissa onnistuminen perustuu lyhytaikaisiin ja riippumattomien alihankkijoiden palveluihin. Kuitenkin nämä palvelut tulee tehdä ja saada valmiiksi oikea-aikaisesti ja budjetoidusti sekä laadultaan sopivina. Näin ollen päähankkijan pitää arvioida alihankkijoiden motiiveja ja aikomuksia etukäteen, samoin kuin alihankkijoiden resurssien laatua, vahvuuksia ja kykyjä (Ngowi & Pienaar 2005). Päähankkijalla tulee olla luottamusta siihen, että alihankkijat toimittavat palvelunsa projektin spesifikaatioiden ja tehtyjen sopimusten mukaisesti. Das ja Teng (1998) ovat esittäneet, että luottamus ja valvonta ovat kaksi luotettavuuden kehittymisen lähdettä.

Hartmann ja Caerteling (2010, 354, 359) tutkivat hinnan ja luottamuksen tärkeyttä tilanteessa, jossa rakennusliike valitsee aliurakoitsijoita. Kirjoittajat toteavat, että luottamusperustaista hankintaa on esitetty keinoksi korjata rakentamiseen liittyviä suorituskykyongelmia. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että hinta on toistaiseksi päähankkijalle kaikkein tärkein preferenssikriteeri. Kuitenkin päähankkijoilla on taipumusta valita alihankkija, joka tunnetaan entuudestaan. Jos on valittava kahdesta alihankkijasta, joista toisen kanssa on tehty yhteistyötä jo aikaisemmin ja toisen kanssa ei, valitaan 95 % todennäköisyydellä aikaisempi yhteistyökumppani, jos kummankin kohdalla muut valintakriteerit täyttyvät, esimerkiksi hinta on jotakuinkin sama. Tutkijat tekevät tästä johtopäätöksen, että aikaisemman kokemuksen perusteella yrityksistä tulee luottavaisempia arvioidessaan yhteistyökumppanin suorituskykyä. Näin ollen kumpaakaan, hintaa tai luottamusta, ei voida vähätellä hankintaan vaikuttavana mekanismina. Toistuvissa suhteissa päähankkijasta tulee luottavaisempi arvioidessaan alihankkijan suoriutumiskykyä. Luottamuksen taso nousee ja lopulta se vaikuttaa alihankkijan valintaan. Hyvät kokemukset ovat näin edellytys sille, että luottamus vaikuttaa valintakriteereihin. Lisäksi se, kuinka hyvin alihankkija on aikaisemmin vakuuttanut päähankkijan laadulla, teknisellä osaamisella ja yhteistyöllä, vaikuttaa myös siihen tuleeko alihankkija valituksi vai ei.



KUVA Alavus Ikkunat Oy. Anne-Marjo Panu.

Lisäksi Hartmann ja Caerteling (2010, 359) osoittivat, että päähankkijat eivät kuitenkaan ole valmiita tekemään kompromisseja hinnan suhteen. Päähankkijat valitsivat pääsääntöisesti alhaisimman tarjouksen. Jos tutun alihankkijan hinta oli huomattavasti korkeampi kuin alihankkijan, jonka kanssa ei ollut aikaisempaa yhteistyötä, putosi todennäköisyys valita tuttu alihankkija 95 prosentista 26 prosenttiin. Toisin sanoen päähankkijat odottavat kilpailukykyisiä hintoja huolimatta siitä oliko tuttu vai tuntemattomampi alihankkija. Edullisemman tarjouksen välittömät kustannussäästöt näyttävät painavan enemmän kuin riski opportunistisen käyttäytymisen ja vaihdantakustannusten vähentämisen mahdollisuudesta toistuvassa vaihdantasuhteessa. Mutta vaikka hinta näyttää dominoivan päätöksenteossa, on hinnan ja luottamuksen välinen suhde paljon monimutkaisempi.

Alhainen hinta ei kuitenkaan yksin riitä valituksi tulemiseen. Hartmannin ja Caertelingin (2010) mukaan todennäköisyys sille, että pelkästään alhaisen hintatarjouksen jättänyt tunnettu alihankkija tulee valituksi, putoaa 8 prosenttiin, jos vaihtoehtona on tuntematon, mutta suorituskyyvyltään ylivoimainen alihankkija. Toisin sanoen se, kuinka hyvin alihankkija on suoriutunut aikaisemmin laadulla, teknisellä osaamisellaan ja yhteistyökyvyllään, vaikuttaa myös siihen tuleeko valituksi vai ei.

Alihankkijalle suotuisat tarjouspyynnöt ovat edellytys sille, että luottamuksesta tulee relevantti valintakriteeri, joka puolestaan lisää luottamusta. Alihankkijat voivat siis luoda luotettavuudella jonkinlaisia alalle tulon esteitä, mutta voivat menettää edun, jos ne eivät kykene täyttämään päähankkijan hintaodotuksia. Näin ollen hinta ja luottamus eivät ole toisensa korvaavia valintakriteereitä vaan pikemminkin toisiaan tukevia. Kun hankinta perustuu hintaan, se saa aikaan markkinavoimia, jotka tuottavat taloudellisesti parhaat tarjoukset. Luottamusperustainen alihankkijoiden valinta puolestaan luo yhteistyöympäristön, jonka kautta nämä tarjoukset muunnetaan vaaditun mukaisiksi suorituksiksi. (Hartmann & Caerteling 2010, 360.)

RAKENNUSLIIKKEIDEN JA PUUTUOTETOIMITTAJIEN YHTEISTYÖSUHTEET

Rakennusliikkeiden puutuotetoimittajista on löydettävissä suosikkeja ja pitkäaikaisia yhteistyökumppaneita. Kuitenkin puutuotetoimittajat käyvät joka projektissa lävitse vähintäänkin hintavertailun, useimmiten tarjouskilpailun. Puutuotetoimittajien mukaan hinta on yleisin valintaan vaikuttava kriteeri. Niiden rakennusliikkeiden, joiden kanssa yhteistyötä tehdään paljon, katsotaan arvostavan lisäksi myös toimintavarmuutta, sitä että tuotteen tuotantoketju on

hyvä ja tuote on valmiina sovittuun aikaan. Tuotteen tulee olla laadukas. Aiemmat hyvin onnistuneet kaupat vahvistavat molemminpuolista luottamusta. Joissakin tuotteissa myös nopeat toimitukset ovat arvostettuja.

Rakennusliikkeiden ja niiden alihankkijoiden sekä toimittajien suhteissa on monia piirteitä. Tieto siitä, kuka urakat saa, on nopeasti alihankkijoiden ja toimittajien tiedossa, joten ne voivat sen jälkeen lähestyä urakan saanutta. Etenkin jos ovat olleet mukana tekemässä ennakkotarjousta, on niillä hyvä tieto siitä, mitä urakassa tarvitaan. Rakennusliikkeet haluavat kilpailusystä pitää useita toimittajia ”lähipiirissään”. Ne pyytävät tarjouksia ja saavat niitä. Näin ei olisi pitkään, mikäli tarjouskilpailussa voitaisi aina yksi tai kaksi toimittajaa. Rakennusliikkeet voivat myös ottaa toimittajiin yhteyttä ja yrittää neuvotella sopimuksen sellaisen toimittajan kanssa, joka on usein tarjonnut tuotteitaan, mutta ei ole saanut kauppvoja aikaan.

Rakennusliikkeillä on pääsääntöisesti useita työmaita meneillään. Työmailla toimivat myös samat toimittajat ja alihankkijat, jotka tekevät tarjouksia uusistakin urakoista. Näin ollen rakennusliikkeillä voi olla hyväkin kuva alihankkijoiden ja toimittajien työtilanteesta. Mikäli rakennusliike tietää, että alihankkijan tai toimittajan kapasiteetti on jo käytössä, ei se välttämättä edes pyydä tarjousta sillä kertaa. Toimintatapa perustuu siihen, että urakan päätoteuttaja haluaa turvata aikataulussa pysymisen eikä halua riskeerata sitä toimittajan tai aliurakoijan tiukan työtilanteen takia.

Tilaus- ja sopimusmenettelyjen suhteen rakennusliikkeillä on toisistaan poikkeavia käytäntöjä. Suuret rakennusliikkeet toimivat kirjallisten sopimusten ja tilausten kautta. Keskikokoisilla rakennusliikkeillä alkaa jo olla näiden lisäksi myös sähköpostilla käytyjä tarjousneuvotteluja ja tilausvahvistuksiin perustuvia käytäntöjä. Pienillä rakennusliikkeillä sopimuksia tehdään kun niitä tarvitaan, mutta sieltä löytyy enemmän ”keveämpiä” käytäntöjä, kuten sähköpostilla sopimista, suullisia sopimuksia ja tilauksia. Niilläkin on toki kyky ja mahdollisuus laatia myös tarkemmat sopimusasiakirjat ja näin myös menetellään aina silloin, kun toinen osapuoli sitä vaatii. Ne kuitenkin työskentelevät paljon hyvin pienten yritysten kanssa, joille riittää kevyemmin laaditut sopimukset. Suullisten sopimusten sopiminen perustuu vahvasti toisen osapuolen tuntemiseen ja keskinäiseen luottamukseen.

Puutuotetoimittajien mielestä suurilla rakennusliikkeillä on vahvempi neuvotteluvoima, niiden kanssa neuvottelemisen ja kilpailutukset koetaan kovemmiksi kuin paikallisesti toimivien rakennusyritysten. Usein suuret yritykset myös ottavat laajempia kokonaisuuksia, paikalliset voivat enemmän hajauttaa hankintoja useammille pienille toimittajille. Paikallisten rakennus-

liikkeiden kanssa koetaan neuvottelut paremmin mahdollisiksi ja ne arvostavat tuotteeseen liittyvää palvelua enemmän kuin isot rakennusliikkeet. Valtakunnallisilla, suurilla rakennusyri-tyksillä on omiin laatujärjestelmiin perustuvat velvoitteet siitä, millaisia hankintamenettelyjä ja sopimuksia alihankkijoiden kanssa solmitaan. Puutuotetoimittajien mukaan harvoin kuiten-kaan tehdään allekirjoitettuja sopimuksia. Useimmiten tilausvahvistus tai sähköpostilla lähe-tetty sopimus ovat riittäviä.

Kaikki rakennusliikkeet vastasivat, että verkostot ovat tärkeässä asemassa. Puutuotetoimitta-jien puolella näin koki vain harva. Haastatteluissa esiin noussut asetelma vahvistaa käsitystä siitä, että rakennusliikkeiden verkostot ovat pitkälti toimialalla toimivien tuntemista. Puutuote-osatoimittajille verkosto tarkoittaa enemmän kumppanuutta ja yhteistä toimintaa. Esimerkiksi tuotteissa joiden hinnassa on kausivaihteluita, on verkostoituminen valmistajien kesken han-kalaa. Rakennustarvikekauppa on talvella hankalaa ja silloin verkoston toimijoiden keskenkin syntyy hintakilpailua, joka murentaa verkoston toimintaa. Joillakin haastatelluilla yrityksillä oli pitkäaikaisia kumppanuussuhteita. Niissä toinen osapuoli on selvästi alihankkijana toimivaa haastateltua yritystä suurempi.

YHTEISTYÖN HAASTEET RAKENNUSALALLA

Verkostoitumisen tavoitteena on yrityksen parantunut tulos ja sitä kautta paremmat kehittämi-sen ja menestymisen mahdollisuudet (Vesalainen 2002; Söderman 2014). Näyttää siltä, että tällä hetkellä rakennusalalla kilpailutuksesta on tullut hyvin vahva toimintatapa. Kilpailutusten tekemisen ja ennakkotarjousten laskemisen kustannukset katsotaan ilmeisesti kuuluvan itses-tään selvänä asiana toimintaan.

Hintamekanismin käyttö ei yksistään tuo parasta mahdollista lopputulosta. Lisäksi tarvittaisiin luottamuksen rakentamista, avoimuutta ja vastavuoroisuutta. Näiden rakentuminen puoles-taan perustuu pitkäaikaisiin ja hyväksi koettuihin yhteistyösuhteisiin. Kun ainoana määräävänä tekijänä on hinta, päädytään tilanteeseen, jossa jokaisen projektin piilokustannukseksi muo-dostuvat suuret kilpailutusprosessista aiheutuvat vaihdantakustannukset. Jos hintaan perus-tuvasta kilpailutuksesta luovuttaisiin (ainakin osittain) ja alettaisiin painottaa myös muita te-kijöitä (esimerkiksi pitkäaikaisia ja luotettavia kumppanuuksia) valintaperusteena, päästäisiin todennäköisesti vaihdantakustannusten pienenemisen myötä kokonaiskustannuksissa aina-kin samalle tasolle, mutta monen muun asian suhteen paljon paremmalle tasolle kuin nykyi-sellä toimintamallilla.

Rakennusalan tyypillisiksi ongelmiksi nimetään usein työmaan vastuunjakojen pirstaleisuus sekä aikataulujen pitävyys, johtuen muun muassa suunnitteluajataulujen venymisestä ja on-gelmien kertautumisesta. Näiden ongelmien ratkaisemiseen vaaditaan parempaa toimitus-ketjun hallintaa. Myös Lean Construction -ajattelun (järjestelmällistä kokemuksista opiksi ot-tamista ja hukan vähentämistä) soveltaminen auttaisi kyseisten ongelmien ratkaisemisessa. Luottamukselliset, avoimet ja pitkään yhteistyöhön perustuvat suhteet eri toimijoiden kesken auttaisivat ratkaisemaan eteen tulevia ongelmia joustavasti. Lisäksi alihankkijoiden mukaan ottaminen jo suunnitteluvaiheessa auttaisi suunnittelun ja projektin johdon välisen yhteistyön sujumista työmaalla.

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että toimijoilla ei tällä hetkellä ole selkeää käsitys-tä verkostoitumisesta, eikä siitä, miten erilaiset yhteistyön muodot liittyvät verkostoitumiseen. Toimijat eivät myöskään erityisesti koe alan käytänteitä ongelmallisena, vaan ne hyväksytään ikään kuin annettuina asiantiloina. Kuitenkin yhteistyön ymmärtäminen yhtenä kehitymis- ja kehittämismahdollisuutena hyödyttäisi niin toimijoita itseään kuin loppuasiakastakin, jonka tulisi olla tärkein toimintaa ohjaava taho.

KOHTI UUSIA YHTEISTYÖMALLEJA

Tässä esitetyt ehdotukset perustuvat vain tämän tutkimuksen aineistoon, joka puolestaan kos-ki vain yhtä rakentamisen toimialalle tuotteita ja palveluja tarjoavaa toimialaa, puutuotete-ollisuutta. Näiden toimittajien strateginen merkitys rakentamisessa vaihtelee projekteittain, eikä suurimmillaankaan nouse kuin alle puoleen kokonaisurakasta. Rakentamisen toimialalla toimivilla yrityksillä on monen alan toimittajia ja näin ollen kenties toisistaan poikkeavia yh-teistyökäytänteitä eri toimittajaryhmien välillä. Kuitenkin sekä kotimainen että kansainvälinen tutkimuskirjallisuus antaa viitteitä siitä, että tässä tutkimuksessa esille nousseet seikat ja ilmiöt ovat laajempia kuin vain yhtä toimittaja- tai tuoteryhmää kuvaavia.

KILPAILUTUS VS. LUOTTAMUS

Rakennusalalle on tyypillistä kilpailuttaa toimittajat projektikohtaisesti. Kuitenkin tarjouspyyn-töjen laatiminen, tarjousten laskeminen ja kilpailumenettelyt vaativat paljon työtä, joka puo-lestaan lisää kustannuksia. Lisäksi projektista toiseen vaihtuvien toimittajien kanssa käytävät erilaiset neuvottelut ja toistensa tavoille oppiminen vaativat niin ikään kustannuksia lisäävää



työtä. Toisin sanoen alalla vallitsevat menettelytavat ja käytänteet lisäävät vaihdantakustannuksia. Kun projektin suunnittelussa ja toteutuksessa huomioidaan myös vaihdantakustannukset, nousee kriittiseksi kysymykseksi, onko kilpailuttamisesta saatava hyöty suurempi kuin siitä muodostuvat kokonaiskustannukset.

Luottamuksen on verkostoitumistutkimuksissa esitetty alentavan vaihdantakustannuksia, koska se vähentää tarvetta yksityiskohtaiselle sopimiselle ja estää opportunistista käyttäytymistä. Sitä on pidetty yhtenä tärkeimpänä onnistuneen yhteistyön perustekijänä. Luottamusta on kuitenkin monenlaista. Vaikuttaisi siltä, että rakennusalan yritysten ja puutuotetoimittajien välillä on organisaatioiden välistä kognitiivista luottamusta. Se on luotettavuutta, joka ilmenee luottamuksena toisen osapuolen haluun ja kykyyn tehdä se, mistä on sovittu. Tämä liittyy myös yrityksen maineeseen. Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että kaikki tuntevat toisensa, jolloin alalla olevilla on tiedossa jokaisen mukana olevan yrityksen maine. Puutuotealan toimijoiden haastattelussa nousi esiin viittauksia juuri tähän liittyen – ne pyrkivät toimimaan tarkasti rakennustoimialalla yleisesti hyväksyttyjen toimintatapojen mukaisesti, ettei maine kärsisi.

Vaikuttaisi siltä, että tietyt edellytykset myös tiiviimpiin ja syvällisempiin yhteistyösuhteisiin olisivat olemassa. Alan perinteet ja vakiintuneet toimintatavat ja alan toimintakulttuuri kuitenkin estävät sellaisten muodostumista. Lisäksi toimialan tärkeä asiakas, julkinen sektori ja sitä koskeva hankintalainsäädäntö kilpailutuksineen ei mitenkään ”helpota” uudenlaisen ajattelun omaksumista.

Rakennusliikkeet pyrkivät kuitenkin välttämään tilannetta, jolloin yksi ja sama toimittaja saisi urakan. Sen koettiin vaikuttavan siihen, että muut lopettavat tarjoamisen ja valinnan vaihtoehdot jää tulevaisuudessa vähemmän. Kuitenkin on esitettävä kysymys: kuinka realistinen tällainen pelko on? Kaikki yritykset pyrkivät myymään tuotteitaan ja palvelujaan silloin kun siihen tarjoutuu tilaisuus. Ei tunnu realistiselta olettaa, että esimerkiksi puutuotealan toimijoilla olisi varaa valita, kenelle tarjouksia antaa, ellei ole aihetta epäillä esimerkiksi toisen osapuolen maksukykyä. Tähän liittyen yksi pienimmistä rakennusliikkeistä toimikin toisin. Yrittäjällä oli suhteellisen vakiintuneita yhteistyösuhteita. Hänen yhteistyösuhteissaan luotiin myös henkilökohtaista luottamusta ja sitoutumista yhteiseen tekemiseen. Tätä vahvistettiin vielä yhteisillä matkoilla onnistuneen projektin jälkeen. Tavoitteena oli tiiviimmällä yhteistyöllä onnistua kilpailijoita paremmin ja siinä myös onnistuttiin.

Yksilöiden välinen luottamus vaikuttaa siis myös yhteistyöhön sitoutumiseen eri tavoin kuin yritysten välinen luottamus. Yritysten välinen luotettavuus saa aikaan pragmaattisen sitoutu-

misen yhteistyöhön. Sitoutuminen perustuu tällöin kustannus-hyöty-analyysiin yhteistyöstä. Toisena sitoutumisen muotona yhteistyösuhteissa on moraalinen sitoutuminen, jossa sitoudutaan yhteisiin päämääriin ja tavoitteisiin sekä yhteisiin arvoihin ja normeihin. Esimerkiksi rakennusalan monet ongelmat (rakennusvirheet, hukka, viiveet) kyettäisiin välttämään tiivistämällä yhteistyösuhteita päähankkijan (rakennusliikkeen) ja alihankkijoiden (esimerkiksi puutuoteyritysten) välillä vähentämällä kilpailutusta ja lisäämällä suhteisiin kognitiivisen luottamuksen lisäksi tunneperäistä luottamusta ja pragmaattisen sitoutumisen lisäksi moraalista sitoutumista. Huomioitavaa on, että kaikkia tarvitaan, jotta yhteistyösuhteista saataisiin optimaalinen hyöty kaikille osapuolille.

Haastattelujen perusteella voidaankin todeta, että vaikka rakentamisessa osapuolten välillä on luottamusta, sitä ei kuitenkaan käytetä alentamaan vaihdantakustannuksia samalla tavalla kuin muilla toimialoilla, vaan toimialalle perinteisestä kilpailuttamisesta pidetään kiinni. Olisiko tarpeen paneutua pohtimaan kilpailuttamisen perusteita – onko se perinne, alalle ominainen tapa vai liittyykö siihen jokin todellinen ja perusteltavissa oleva hyötynäkökohta.

Rakentamisen toimialalle tyypillisen kilpailutuksen tarkoituksena on luoda mielikuva markkinavoimista, vaikka toisaalta luotetaan aikaisempaan kokemukseen yhteistyöstä toimijoiden välillä. Toimialalla toimivat ovat tietoisia luotettavien yhteistyökumppaneiden hyödyistä, mutta päähankkijat luovat tietoisesti kilpailuympäristön luotettujen aikaisempien yhteistyökumppaneiden välille sekä alalla olevien ja uusien tulijoiden välille. Pyytämällä tarjouksia myös uusilta alihankkijoilta ne samalla pakottavat vakiintuneet alihankkijat tarjoamaan markkinahintoja. Markkinahinnat saattavat tällaisen seurauksena laskea liian alas, varsinkin heikkoina taloudellisina aikoina. Tällainen saattaa olla vahingollista koko alalle pitkällä aikavälillä. Heikosti kannattavat yritykset eivät kykene kehittämään toimintaansa. Sen seurauksena ne menettävät edelleen kilpailuasemiaan. Tämä puolestaan saattaa olla myös päähankkijan toiminnan kehittämisen este, kun alihankkijat eivät kykene osallistumaan yhteiseen kehittämiseen. Myös osaamista voi alalta kadota siitä syystä, että kokeneet toimijat lopettavat toimintansa.

TOIMITUSKETJUN HALLINTA JA TOIMITTAJAVERKOSTOT

Rakentamisen toimialalla on tutkimuksissa erityisesti tarkasteltu toimitusketjuja, joihin liittyy toimittajaverkosto. Tällaiset toimittajaverkostot muodostuvat niin sanottujen ydin- ja kärkiyritysten ympärille, rakentamisen toimialalla yleensä rakennusliikkeen ympärille. Kärkiyrityksen strategia ja päätökset ansaintamallistaan vaikuttavat siihen, minkälaiseksi niiden toimittajaverkosto muodostuu. Rakentamisessa kärkiyritykset keskittävät omat resurssinsa tiettyihin

toimintoihin ja keskittyvät ansaintamallissaan itselleen parhaiten sopivaan osaan arvoketjua. Rakentamisessa nämä liittyvät yleisesti kokoonpanon ja projektionnin osa-alueille. Jotkut rakennusliikkeet keskittyivät puhtaasti projektointiin, kun taas toiset yritykset suorittivat laajempia kokonaisuuksia projekteista.

Projektin johtamiseen keskittyvillä rakennusalan kärkiyrityksillä toimittajaverkostot saattavat olla laajat, koska jokaiselle toiminnolle ja tuotteelle on omat toimittajansa. Juuri tällaisessa ansaintamallissa saatettaisiin tiiviimmän toimittajaverkoston ja syvällisempien yhteistyösuhteiden kautta saavuttaa suurempia hyötyjä kuin kilpailuttamalla kaikki toimittajat jokaiseen projektiin erikseen. Erityisesti tällaisessa ansaintamallissa kilpailuttamisesta syntyvät vaihdantakustannukset saattavat olla merkittäviä. Toisaalta toimittajaverkoston yrityksille saattaisi tuoda hyötyjä keskinäinen verkostoituminen niin, että päähankkija voisi kilpailuttaa suurempia kokonaisuuksia. Tämä saattaisi olla yksi vaihtoehtoinen kehityssuunta, ellei haluta siirtyä tai kyetä siirtymään suoraan uudenlaiseen toimintatapaan, jossa toimittajien valinta perustuisi muuhunkin kuin pelkkään kilpailuttamisen kautta saatavaan hintaan.

Rakennusprojektin toimittajaverkosto voisi siis muodostua myös muun kuin kärkiyrityksenä toimivan rakennusliikkeen ympärille. Tästä olisi myös rakennusliikkeen näkökulmasta hyötyä ainakin kilpailuttamiseen liittyvien vaihdantakustannusten pienentyminen. Toimittajien näkökulmasta tämä puolestaan helpottaisi esimerkiksi ennakkotarjousvaiheessa. Kun ennakkotarjoustähtäisiin monen toimijan yhteistyönä, sitoutuisi siihen yksittäisen toimijan työaika vähemmän. Lisäksi yhteistyö lisäisi toimittajien kriittistä massaa ja samalla neuvotteluvoimaa suhteessa rakennusliikkeisiin. Tällä olisi positiivisia vaikutuksia rakentamisen koordinaationgelmiin, joka nousevat yhtenä merkittävänä rakentamisen laatuun vaikuttavana tekijä Rakennusteollisuus ry:n tekemässä tutkimuksessa. Tämä perustuu käsitykselle synergiaeduista, joita yhdessä toimien saavutetaan. Esimerkiksi Awuah ja Gebrekidan (2008) esittävät, että yrityksen on taloudellisempaa ja tuottavampaa tehdä yhteistyötä kuin toimia markkinoilla yksinään. Yksin toimiminen aiheuttaa epävarmuutta yrityksen olemassaololle ja menestymiselle. Yritys toimii kannattavammin ja vakaammalla pohjalla markkinoilla verkostosuhteita solmimalla ja hyödyntämällä. Lisäksi yritys luo asiakkaalle arvoa hyödyntäen ja vaihtaen omia ja verkoston resursseja vuorovaikutteisesti.

Yhteenvetona voidaan siis todeta, että rakentamisen toimialan toimintamallit eivät tällä hetkellä tue tiiviiden yhteistyösuhteiden muodostumista ja niiden hyödyntämistä. Alalle tyypilliset käytänteet ovat syvään juurtuneet, eikä niitä ole kyetty juurikaan muuttamaan, vaikka onkin tunnistettu näiden käytänteiden vaikutukset esimerkiksi rakentamisen laatuongelmiin. Tällai-



KUVA Lisäkerros, Rakuunatie 1, Helsinki. Suunnittelija Talli Oy. Anne-Marjo Panu.

nen näkyy niin Suomessa kuin muualla tehdyissä tutkimuksissa. Tässä esitetyt yhteistyön kehittämis ehdotukset saattaisivat olla päänavaus uudenlaisen toimintakulttuurin ja uusien toiminta- ja menettelytapojen pohtimiseen.

VERKOSTOITUMISEN HYVÄT KÄYTÄNTEET RAKENNUSALALLE SIIRRETTYINÄ

Rakennusteollisuus ry:n tekemän kyselyn mukaan alalla havaitut ongelmat laadussa kiteytyivät aikatauluihin, suunnitteluun ja työmaan toimintaan (Rakennusteollisuus ry, verkkokysely 6/2012). Tärkeimpien syiden joukkoon nousivat pirstaleiset urakat sekä ongelmat tilauksissa, hintakilpailussa ja projektin hallinnassa.

Aikataulujen pitävyys on arvioitu eniten laatuun vaikuttavaksi tekijäksi. Aikatauluihin liittyvät ongelmat johtuivat suunnitteluajankäytön venymisestä ja ongelmien kertautumisesta. Myös liian optimistisesti ja yliolkaisesti laaditut aikataulut (liian lyhyet kuivatusajat, ei säävarausta)

aiheuttivat ongelmia. Lisäksi koettiin, että työmaalla vastuunjaot ovat pirstaloituneita, joten aliurakoitsijoiden työmaajohtoa toivottiin mukaan.

Ketjutus ja pirstaleisuus eivät tule esiin määrällisesti isoina ongelmina, mutta niiden merkittävyys koetaan toiseksi tärkeimmäksi heti aikataulujen jälkeen. Nämä voidaan todennäköisesti yhdistää juuri aikataulujen kanssa samaan ”nippuun”. Alihankinta on rakennuslalle hyvin leimallista, joten ilman hyvää johtamista töiden pirstaloituminen eri toimijoiden kesken vaikuttaa laatuun. Toimitusketjun hallinta ja Lean Construction-ajattelun vahvempi omaksuminen rakentamisen käytännöiksi ja toimintatavaksi auttaisivat niin aikataulutuksen kuin pirstaleisuudenkin parempaan hallintaan.

Työmaan toiminta on koettu kolmanneksi tärkeimmäksi laatuun vaikuttavaksi tekijäksi. Sen on arvioitu olevan myös yksi merkittävimmistä ongelmatekijöistä ja sijoittuvan merkittävy-



KUVA Puuelementtejä valmistava tehdas. Anne-Marjo Panu.

deltään samalle tasolle projektin hallinnan ja yhteistyön koordinoinnin, urakoitsijan ja rakennuttajan toiminnan kanssa. Työmaan toimintaan liittyen esitettiin seuraavia laadukasta toimintaa haittaavia tekijöitä: suunnittelun ja projektin johdon väliset ongelmat kertautuvat työmaan toiminnassa, kokonaisvastuut epäselviä esimerkiksi silloin, kun pitäisi tietää miten toimitaan muutostilanteissa. Aivan samoin kuin aikataulutuksen ja pirstaloitumisenkin suhteen myös toiminta työmaalla kuvastaa heikkoa toimitusketjun hallintaa ja yhteistyön ohjausta. Lisäksi työmaan toimintaan liittyvät ongelmat kuvastavat luottamuksen puutetta ja opportunistista käyttäytymistä. Luottamukselliset, avoimet ja pitkään yhteistyöhön perustuvat suhteet eri toimijoiden kesken auttaisivat ratkaisemaan eteen tulevia ongelmia joustavasti. Lisäksi alihankijoiden mukaan ottaminen jo suunnitteluvaiheessa auttaisi suunnittelun ja projektin johdon välisen yhteistyön sujumista työmaalla.

Projektin hallinta ja yhteistyön koordinointi on saanut neljänneksi eniten mainintoja laatuongelmien aiheuttajana. Koordinointiin liittyen projekteissa on liikaa osavastuita, joihin ei kuitenkaan ole selkeitä suunnitelmia ja koordinointia. Ratkaisuksi mainitaan aikataulut, suunnittelun ja työn toteutuksen yhteensovittaminen projektin alusta asti yhteistyössä kaikkien toimijoiden kesken. Ongelmana on myös, että projektin hallinnasta vastaavilla ei ole aikaa ja/tai kokemusta tehdä työtä kunnolla. Tällöin tulisi painottaa enemmän projektinhallintaan toimitusketjun hallinnan työkaluja käyttäen ja tiivistää yhteistyötä eri osapuolten kesken. Lisäksi tiiviimpi yhteistyö toimijoiden kesken antaisi kaikille osapuolille mahdollisuuden ennakoida omaa toimintaansa ja suunnitella oma toimintansa kokonaisuuteen yhteensopivaksi.

Myös rakennuttajan toiminta koetaan laatuongelmia aiheuttavaksi. Rakennuttajan toiminnassa keskeiset laatuongelmia aiheuttavat kokonaisuudet liittyvät urakan hallussa pitämiseen, suunnittelun ja toteutuksen tasapainoon ja yhteydenpitoon muiden osapuolten kanssa. Lisäksi muut tahot arvostelevat tilaajan ratkaisuja liiasta hintakeskeisyydestä. Hintamekanismin käyttö ei tuo parasta mahdollista lopputulosta. Lisäksi tarvittaisiin luottamuksen rakentamista, avoimuutta ja vastavuoroisuutta. Näiden rakentuminen puolestaan perustuu pitkäaikaisiin ja hyväksi koettuihin yhteistyösuhteisiin. Kun ainoana määräävänä tekijänä on hinta, päädytään tilanteeseen, jossa jokaisen projektin piilokustannukseksi muodostuvat suuret kilpailutusprosessista aiheutuvat vaihdantakustannukset. Jos hintaan perustuvasta kilpailutuksesta luovutaisiin (ainakin osittain) ja alettaisiin painottaa myös muita tekijöitä (esimerkiksi pitkäaikaisia ja luotettavia kumppanuuksia) valintaperusteena, päästäisiin todennäköisesti vaihdantakustannusten pienenemisen myötä kokonaiskustannuksissa ainakin samalle tasolle, mutta monen muun asian suhteen paljon paremmalle tasolle.



KUVA Pintakäsittely tuotantotiloissa, Alavus Ikkunat Oy. Anne-Marjo Panu.

Edellä olevan perusteella näyttäisi ilmeiseltä, että luomalla erilaisia yhteistyösuhteita eri toimitus- ja arvoketjun tasoilla, kehittämällä toimitusketjun hallintaa sekä omaksumalla Lean Construction-järjestelmän käytänteitä kyettäisiin poistamaan rakentamisen laatuongelmat suurimmalta osalta. Lisäksi uusien toimintatapojen ja ajatusmallien omaksuminen lisääisi alan kannattavuutta sekä alan alihankkijoiden kannattavuutta. Kuitenkin asenteet ja toimintakulttuuri ovat syvällä rakenteissa, eikä niitä ole helppoa muuttaa. Tarvittaisiin koulutusta ja positiivisia kokemuksia uudenaikaisesta toimintamallista. Lisäksi alalla tulisi kiinnittää huomiota erityisesti toimijoiden verkostokyvykkyyteen. Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että toimijoilla ei ole selkeää käsitystä verkostoitumisesta eikä siitä, miten erilaiset yhteistyön muodot liittyvät verkostoitumiseen. Toimijat eivät myöskään erityisesti koe alan käytänteitä ongelmallisena, vaan ne hyväksytään ikään kuin annettuina asiantiloina. Kuitenkin yhteistyön ymmärtäminen yhtenä kehitymis- ja kehittämismahdollisuutena hyödyttäisi niin toimijoita itseään kuin loppuasiakastakin, jonka tulisi olla tärkein toimintaa ohjaava taho.

LÄHTEET

- Awuah, G. & Gebrekidan, D. 2008. Networked (interactive) position: a new view of developing and sustaining competitive advantage. *Competitiveness Review. An international business journal* 18 (4), 333-350.
- Bradach, J. & Eccles, R. 1989. Price, authority, and trust: From ideal types to plural forms. *Annual review of sociology* 15 (1), 97-118.
- Das, T., & Teng, B-S. 1998. Between trust and control: developing confidence in partner cooperation in alliances. *Academy of management review* 23 (3), 491-512.
- Eccles, R.G. 1981. The quasifirm in the construction industry. *Journal of economic behavior and Organization* 2 (4), 335-357.
- Hartmann, A. & Caerteling, J. 2010. Subcontractor procurement in construction: the interplay of price and trust. *Supply chain management: an international journal* 15 (5), 354-362.
- Ngowi, A. & Pienaar, E. 2005. Trust factor in construction alliances. *Building research & information* 33 (3), 267-278.

Rakennusteollisuus ry 2012. Laatuongelmien syitä, verkkohaastattelun tavoite ja tulos. [Verkkohaastattelu.] 6/2012. [Viitattu 9.10.2014.] Saatavana: <http://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Laatu/Laatuongelmien-syita>

Söderman, A. 2014. Verkostokyvykkyyden merkitys yritysjohdon menestysresepteissä. Vaasan yliopisto. *Acta Wasaensia* no 309, (Väitöskirja) Liiketaloustiede 125.

Vesalainen, J. 2002. Kaupankäynnistä kumppanuuteen. Yritystenvälisten suhteiden elementit, analysointi ja kehittäminen. Metalliteollisuuden Kustannus Oy. Tampere: Tammer-Paino Oy.



PUURAKENTAMISESTA POTKUA ALUEIDEN JA KAUPUNKIEN KEHITTÄMISEEN

ARI HYNYNEN

PUURAKENTAMINEN KÄÄNNEKOHDASSA

Puurakentamisen edistäminen kirjattiin hallitusohjelmaan vuonna 2011. Samaan aikaan tavoitetta lähdettiin jalkauttamaan Työ- ja elinkeinoministeriön ponnekkaalla toiminnalla, jonka kulmakivenä on ollut keskeisen asiantuntijamme Tekniikan tohtori Markku Karjalaisen rekrytoiminen koordinoititehtäviin. Valtionhallinnon resurssit jonkin toimialan edistämässä ovat nykyään toki rajalliset, mutta nimenomaan uusimman puukerrostalorakentamisen kohdalla ratkaisevaa on ollut lainsäädännön ajanmukaistaminen, oikean tiedon kokoaminen ja jakaminen, sekä toimijoiden verkottaminen.

Paineita puurakentamisen kehitystyöhön sekä uusien tekniikoiden ja järjestelmien laajempaan käyttöönottoon on tullut muiltakin suunnilta kuin hallinnosta. Puun käytön ekologiset ansiot taistelussa ilmastonmuutosta vastaan näyttävät kiistattomilta. Keski-Euroopan ja Ruotsin puurakentamisbuumit ovat luoneet vahvoja odotuksia kysynnän leviämislle myös Suomeen, sillä edellytykset meillä ovat vähintään yhtä hyvät kuin Itävallassa, Saksassa, Sveitsissä ja muissa Pohjoismaissa. Yhä tiuhemmin raportoidut uudisrakentamisen kosteusongelmat ovat osaltaan kääntäneet katseita puurakentamisen suuntaan tilanteen pelastamiseksi.

Nyt vuoden 2015 keväällä edellinen hallituskausi on päättymässä ja hallitukselle asetettujen tavoitteiden toteutumista on tarkasteltava kriittisesti. Puurakentamisen osalta tilanne ei näytä hullummalta. Kun tavoitteena oli kasvattaa puukerrostaloasuntojen osuus kerrostaloasuntojen koko tuotannosta yhdestä prosentista kymmeneen, näyttää siltä että tavoite toteutuu. Mutta vaikka edistystä on tapahtunut, tilanne on edelleen vaakalaudalla. Riskinäkömän syynä on puurakentamisen hinta. Puukerrostalorakentamisessa yhä suosituimpien CLT¹-elementeistä valmistettujen tilaelementtien hinnat uhkaavat nousta, ellei alalle saada syntymään kilpai-

¹ <http://fi.wikipedia.org/wiki/CLT>

KUVA Limnologen puukerrostaloalue, Växjö. Ari Hynynen.

lua. Tämä olisi kohtalokasta, sillä ainakin toistaiseksi puun käytön lisääminen rakentamisessa voi perustua ainoastaan valmiin rakennuksen kilpailukykyiseen hintaan. Tässä mielessä hyvin alkuun päässyt puukerrostalarakentaminen on tullut käännekohtaan, josta voi edetä useampaan suuntaan.

Tulevan kehityksen vaikutukset eivät rajoitu vain jo aiemmin mainittuihin ympäristövaikutuksiin tai puualan ja rakennusklusterin yritysten kehitysedellytyksiin. Puurakentamisen potentiaalini voi nähdä laajemminkin. Erotuksena muihin teollisen rakentamisen teknologioihin puurakentamisen arvoketjut ovat valtakunnallisesti hajautuneempia ja aluekohtaisempia, joten ne voivat parhaimmillaan tukea alueiden kehittämistä. Aiemmin CLT-elementteihin perustuva rakentaminen löi korville tämän suuntaisia näkemyksiä, sillä elementit tuotiin Itävalasta, mutta nyt kun vastaavia puuelementtejä on alettu valmistaa Suomessakin, on perusteita nostaa tämä näkökulma keskusteluun. Toisin sanoen: puukerrostalarakentamisen käännekohta ei ole – tai sen ei pitäisi olla – yhdentekevä alueiden ja kaupunkien kehittämisen näkökulmista.

Puurakentamisen raaka-ainetta tuotetaan ja jalostetaan kaikkialla Suomessa, ja prosessien sa puolesta koko rakentamisen ketju metsästä puuhun on luontevasti pk-yrityksille sopivaa. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen vuonna 2012 tekemän tutkimuksen mukaan puurakentamisen lisäämisellä on selviä positiivisia vaikutuksia kansantalouteen (Esala & al. 2012). Helsingin yliopiston Ruralia -instituutin tutkimus osoittaa, että puurakentamisella voi olla myös aluetaloutta edistäviä vaikutuksia (Männistö & al. 2012). Jälkimmäisessä tutkimuksessa kohdealueena oli Etelä-Pohjanmaa.

Voidaan sanoa, että kunnilla ja kaupungeilla on meneillään puurakentamisen etsikkoaika. Tärkeässä asemassa olevia alueellisia toimijoita on toki muitakin, mutta julkisten instituutioiden intressit ovat keskeisiä, kun puhutaan työllisyydestä, verotuloista, alueen elinvoimasta ja pk-yritysten tulevaisuuden näkymistä. Toisaalta myös kuntien ja kaupunkien hallinnoilla on käytössään sellaisia keinoja ja instrumentteja, joilla voidaan tehokkaasti edistää ja mahdollistaa tämän tyyppistä kehitystä.

Asia on kuitenkin sen verran mutkikas, että on syytä katsoa ensin tarkemmin puurakentamiseen liittyviä muutosajureita ja tarjolla olevia potentiaaleja, kuten myös keskeisiä toimijaverkostoja ja mahdollisia kehittämisalustoja. Tarkastelussa hyödynnetään muun muassa Puu-Hubi -hankkeen tuloksia ja kokemuksia sen kohdealueelta Etelä-Pohjanmaalta. Artikkelissa pyritään avaamaan uudenlaisia alueellisia kehitysnäkymiä myös muualla sovellettaviksi.

PUURAKENTAMISEN MAHDOLLISUUSHORISONTTI

Vahvin puurakentamista suosiva megatrendi on luonnollisesti ilmastonmuutos. Kun puusta valmistetaan rakennuksia, puuhun sitoutunut hiilidioksidi ei pääse vapautumaan ilmakehään, kuten käy puuta poltettaessa tai puun maatuessa metsään. Hyvin suunnitellut kestävät rakennukset ovat pitkäaikaisia hiilivarastoja, ja kestävyysnäkökulma vain vahvistuu, kun rakennuksia aletaan suunnitella kiertotalouden (SITRA 2014) periaatteilla. Näinhän autoteollisuudessakin jo toimitaan. Mitä enemmän puuta siis käytetään rakentamiseen, sitä parempi ilmastonmuutoksen kannalta. Samalla ehkäistään niitä haitallisia päästöjä, joita syntyy muiden rakennusmateriaalien tuotannossa. (Seppälä 2012.)

Ilmastonmuutoksen syistä ja vaikutuksista aletaan olla jokseenkin yhtä mieltä eri puolilla maailmaa. Kun luonnonkatastrofien aiheuttajaksi nimetään yhä useammin ilmastonmuutos, alkaa vähitellen löytyä yksimielisyyttä ja poliittista tahtoa myös vastatoimiin ja näitä tukevan normiperustan luomiselle. Vuonna 2017 voimaan astuvat ERA17²-määräykset ovat osa tätä hallituksen liikehdintää. Vuosi 2017 on Suomen itsenäisyyden juhluvuosi, joka on asetettu rajapyykiksi rakennetun ympäristön energiatehokkuuden huomattavalle parantamiselle. Käytännössä tämä tarkoittaa muun muassa rakennusten energiatehokkuusdirektiivien kansallista toimeenpanoa sekä kokonaisenergiatarkasteluja. Elinkaarien ja hiilijalanjälkien arvioinnissa puurakentaminen tulee erottumaan edukseen.

Kaikkea edellä mainittua tukee nyt nousussa oleva biotalous, josta ennakoidaan Suomelle mahdollisuuksia jopa edelläkävijyyteen³. Biotalousella tarkoitetaan uusiutuviin luonnonvaroihin perustuvaa taloutta, jota voidaan jäsentää ravinnon, energian, erilaisten tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen. Makean veden ohella metsien, maaperän, peltojen, meren ja vesistöjen biomassassa ovat tässä keskeisiä luonnonvaroja. Vaikka luonnonvaroihin perustuva talous ei olekaan meillä uusi toimiala, siirtyminen fossiilipohjaisesta taloudesta biotalouteen edellyttää uusien teknologioiden kehittämistä. Samassa yhteydessä puhutaan usein kiertotaloudesta, jonka tavoitteena on resurssi- ja materiaalihokkuus, sekä näistä ponnistava liiketoiminta. Tämä edellyttää systeemisiä muutoksia, sillä tarvitaan uudentyyppisiä palveluratkaisuja, jotka perustuvat eri sektoreiden ja toimijoiden yhteistyölle. Voidaan ajatella, että bio- ja kiertotalous tukevat toisiaan ja vahvistavat toistensa vaikutuksia. On ilmeistä, että näistä talouden näkymistä löytyy vahva tuki puurakentamiselle.

Alueiden kehittämisen näkökulmasta erityisen kiinnostavia ovat puurakentamisen aluetaloutta vahvistavat vaikutukset, joihin aiemmin jo viitattiin. Helsingin yliopiston Ruralia -instituutissa



KUVA Metsä Wood kerrostalojärjestelmä, Latokartano, Helsinki.
Anne-Marjo Panu.

kehitettyä RegFin -mallia sovellettiin Etelä-Pohjanmaalla, ja tarkastelun tulokset osoittivat, että yksi puurakentamiseen sijoitettu euro tuottaa keskimäärin toisen euron muualla aluetaloudessa. RegFin on yleisen tasapainon malli, jolla analysoidaan aluetaloutta eri toimialojen näkökulmista huomioiden suorien vaikutusten lisäksi myös koko aluetaloudelle koituvat kerroinvaikutukset. Koelaskelman tavoitetasoksi asetettiin puurakentamisen toimialojen kasvu siten, että tulevaisuudessa niiden osuus ylittäisi kahteenkymmeneen prosenttiin koko talonrakentamisesta. Työllisyysvaikutuksina tämä tarkoittaisi yhden prosenttiyksikön lisäystä maakunnan työllisestä työvoimasta, eli lähes 550 henkilötyövuotta. Muista toimialoista erityisen suuri positiivinen vaikutus puurakentamisen lisääntymisellä näyttäisi olevan saha- ja puuteollisuuteen sekä kiinteistöjen myyntiin, vuokraukseen ja välitykseen. Tämän laskelman lähtökohtana oli siis osittain omavarainen raaka-aineketju. Sama tarkastelu tehtiin myös täysin omavaraisella raaka-aineketjulla, jolloin vastaava työllisyysvaikutus olisi 1,5 prosenttia, eli lähes 1300 henkilötyövuotta. (Männistö & al. 2012.)

Kerrostalo tuotannon lisäksi puurakentamiselle on tarjolla markkinapotentiaalia myös korjausrakentamisen alalla. Rakennuskannan korjausvelan arvoksi on arvioitu 30-50 miljardia euroa ja summa kasvaa koko ajan. Korjausrakentamisen vuosittainen liikevaihto on jo samalla tasolla kuin uudisrakentamisessa. Lähitulevaisuuden rakentamisen painopiste on 1960-70 -lukujen lähiöiden korjaus- ja täydennysrakentamisessa. Tähän tarkoitukseen on kansainvälisenä yhteistyönä kehitetty niin sanottua TES-menetelmää vuodesta 2008 saakka. TES (timberbased element system) on julkisivukorjausmenetelmä, jossa betonielementeistä rakennetun kerrostalon uloin betonikuori korvataan puurunkoisilla esivalmistetuilla suurikokoisilla julkisivuelementeillä. Menetelmä mahdollistaa jatkuvan asumisen korjaustyön aikana. TEKES:in rahoittamassa KLIKK-hankkeessa tutkittiin TES-menetelmän soveltamista suomalaisten lähiöiden ulkoseinäkorjauksiin, mutta tämän lisäksi projektissa kehitettiin ratkaisuja lähiöiden täydennysrakentamiseen ja erityisesti puurakenteisten lisäkerrosten toteuttamiseen. Hanke osoitti, että vaadittava teknologia on jo olemassa. Tarvitaan vain toteuttamista tukevia järjestelyjä, kuten esimerkiksi kaavoituksen kehittämistä ja toteuttamisprosessien organisointia vastaamaan uutta rakentamistapaa. (Soikkeli & al. 2014.)

Uusia mielenkiintoisia mahdollisuuksia avaavat myös uudet määräykset, jotka sallivat korkeammat asuinrakennukset. Vuonna 2011 voimaan tulleet säädökset mahdollistavat kahdeksankerroksisten kerrostalojen rakentamisen, ja esimerkiksi CLT-tekniikalla nämä voidaan helposti toteuttaa. Ensimmäiset näin korkeat puurakennukset ovat jo tätä kirjoitettaessa maassamme tekeillä. Tätä korkeampiakin on jo suunnitteilla ulkomailla. Esimerkiksi Norjan Bergeniin on valmistumassa 14-kerroksinen puukerrostalo ja Wieniin suunnitellaan 84 metriä kor-

keaa puurakenteista tornitaloa, johon aikanaan sijoittuu hotelli, asuntoja ja toimistoja (HS 02.03.2015). Valmiudet siis kaupunkikeskustojenkin täydennysrakentamiseen puusta ovat olemassa. Ruotsin Växjö ja Skellefteå ovat hyviä, meitä lähellä olevia esimerkkejä uusimman puurakennusteknologian käyttämisestä julkisessa ja muussa kaupunkirakentamisessa. Erityisesti tämänhetkisessä vaiheessa, kun ERA17 ja muut ympäristömääräykset eivät vielä luo täysimääräistä painetta puurakentamisen suuntaan, tarjoaisi keskusta-alueiden kehittäminen puusta huomattavia imagoetuja edelläkävijöille. Ainakin arkkitehtien valmiudet ja kiinnostus korkeatasoisten rakennusten ja mielenkiintoisten kaupunkiympäristöjen luomiseen ovat hyvällä mallilla.

Myöskään kuluttajakysyntä ei vielä toistaiseksi luo painetta puurakentamisen lisäämiselle, mutta on otaksuttavaa, että tilanne tässä suhteessa tulee muuttumaan, kun ympäristöasiat nousevat hallinnossa ja mediassa enemmän esille, ja puurakentamisen asema korostuu. Tekeillä on myös tutkimuksia, joilla saadaan pitkäaikaista tietoa puukerrostalojen rakennusfysikaalisista ja muista kestävyysominaisuuksista. Tuloksista riippuen tämäntyyppiset tutkimukset saattavat lisätä rakennuttajien ja asunnonostajien luottamusta puurakentamiseen, ja kysyntä kasvaa tätä kautta.



KUVA Liikerakennus, Kjöpmanngaten 27, Trondheim. Anne-Marjo Panu.

2 <http://era17.fi/>

3 <http://www.biotalous.fi/>

Ainakin periaatteessa näyttäisi siltä että puurakentaminen voisi tarjota kunnille ja kaupungeille sekä muille alueidensa kehittäjille houkuttelevia mahdollisuuksia. Nyt olisi paras mahdollinen ajankohta tarttua konkreettisiin toimiin asioiden edistämiseksi. Yhtäältä puurakentamisella näyttäisi olevan paljonkin annettavaa alue- ja kaupunkikehittämisessä, mutta toisaalta myös puurakentaminen tarvitsee alueellisia toimia, jottei tuo aiemmin mainittu käännekohta osoittaudu kohtalokkaaksi hidasteeksi koko alalle. Millaisia nuo alueelliset toimet voivat olla?

PUURAKENTAMISEN INNOVAATIOYMPÄRISTÖ

Etelä-Pohjanmaalla on varsin konkreettisesti kyse alueen kilpailukyvästä, josta yhden osan muodostaa rakennusklusterin yritysten kyky päästä osalliseksi puurakentamisen - nimenomaan puukerrostalojen ja muun suurimittakaavaisen rakentamisen - kasvavista markkinoista. Yritysten lisäksi hyöty lankeaa luonnollisesti koko maakuntaan ainakin työllisyyden ja verotulojen ansiosta. Markkinapotentiaalin olemassaolo on alueella jo tiedostettu, ja potentiaalin realisoimisessa on nyt kyse yritysten kyvästä hyödyntää uutta teknologiaa, joka sinänsä on jo olemassa, mutta jonka käyttöönotto edellyttää oman osaamisen päivittämistä, tuotevalikoiden osittaista uudistamista ja kohdentamista avautuville markkinoille.

Tämä puolestaan edellyttää, että yritykset pystyvät täydentämään omia sisäisiä resurssejaan ja kompetenssejaan hankkimalla niitä käyttöönsä ulkopuoleltaan eri tavoin. Näin ajatellen puurakentamisen innovaatioympäristö on se ulkoinen ympäristö, josta yritykset hankkivat innovaatiotoiminnan kannalta tärkeimmät täydentävät kompetenssit ja resurssit. Tästä seuraa se, että innovaatioympäristö ei ole suinkaan sama edes kaikille samalla alueella toimiville yrityksille, vaan se muotoutuu kunkin yrityksen tarpeiden mukaan. (Kautonen 2008) Alueen kehittämisen näkökulmasta alueellinen innovaatioympäristö voidaan kuitenkin ymmärtää jonkin toimialan - esimerkiksi juuri puurakentamisen - yhteisenä innovaatioympäristönä. Yritysten innovaatiotoiminnalle tärkeitä innovaatioympäristön elementtejä ovat muun muassa koulutustarjonta, tutkimus, tuotekehitysapu, tekninen infrastruktuuri, yritysneuvonta ja rahoitustuki (Virkkala 2008.)

Alueellisuus tässä yhteydessä ei tarkoita kuitenkaan sitä, että kaikki tarvittavat resurssit ja kompetenssit löytyisivät omalta alueelta. Kysymys on paikallisen ja globaalin suhteesta uuden osaamisen luomisessa. Paikallisia tietoareenoita tarvitaan tiiviin vuorovaikutuksen ja osallisuuden puitteiksi, globaaleja yhteyksiä tarvitaan pitkien etäisyyksien päähän tapahtuvaan



KUVA Puukerrostalo, Limnologen, Växjö. Ari Hynynen.



vuorovaikutukseen. Mikään alue ei ole niin itseriittävä, että kaikki tarvittava tieto olisi saatavissa läheltä. Lisäksi alueellisuus tai paikallisuus merkitsee eri yrityksille erilaisia asioita, sillä yritysten maantieteelliset skaalat voivat poiketa huomattavasti toisistaan (Kolehmainen 2004). Tämä näkyy hyvin Etelä-Pohjanmaan puutuotealan yritysten kohdalla, jossa osa yrityksistä käy kauppaa jopa toisille mantereille.

Mika Kautonen (2008) jakaa innovaatioympäristöt kahteen eri tyyppiin, joista kumpikin jakautuu edelleen kahteen eri malliin. Näin ollen tyyppejä voidaan erottaa kaiken kaikkiaan neljä erilaista. Niin sanottuja teknopolis-malleja ovat 1) kansainvälisten t&k -virtojen solmukohta ja 2) sisäsyntyisten innovaatioiden kasvualusta. Oppivan talouden malleja puolestaan ovat 3) perinteisten alojen jatkuvaa oppimista edistävä ympäristö, sekä 4) palvelualojen jatkuvaa oppimista edistävä ympäristö. Näistä tuo kolmosvaihtoehto sopii hyvin eteläpohjalaiseen puurakentamistapauksemme, sillä siinä kysymys on nimenomaan perinteisestä alasta ja oppiminen on keskeisessä roolissa. Oppiminen ei tässä tapauksessa perustu niinkään tieteeseen ja tutkimukseen, vaan kokemukseen jota kertyy käytännön työssä tekemällä, testaamalla ja kokeilemalla, sekä asiakassuhteissa ja muun vuorovaikutuksen kautta. Tyypillinen tähän sarjaan kuuluva yritys on kypsällä toimialalla vaikuttava pk-yritys, eli juuri sellainen kuin Etelä-Pohjanmaalla puun kanssa työskentelevät rakennuskluusterin yritykset enimmäkseen ovat.

On tärkeää huomata, että yritykset eivät innovoi yksin vaan verkostossa, johon voi kuulua monenlaisia tahoja, kuten esimerkiksi asiakkaita, alihankkijoita, kilpailijoita, rahoittajia, hallinnollisia toimijoita, toimialajärjestöjä sekä tutkimus- ja koulutuslaitoksia. Innovaatioverkostoilla tarkoitetaan kaikkia niitä toimijoita, jotka vaikuttavat innovaatioprosesseihin, ja joiden tavoitteena on innovaatioiden kehittäminen tai käyttöönotto (Virkkala 2008). Koska kyse on yrityksissä tapahtuvasta uuden teknologian omaksumisesta ja soveltamisesta, tätä kutsutaan avoimeksi innovaatiotoiminnaksi. Vastakohtana avoimelle innovoinnille on johonkin teknologiakeskukseen sulkeutunut toiminta, jonka vaikutukset säteilevät sieltä kentälle. Tutkimukset osoittavat, että innovaatiot syntyvät useimmiten varsin käytännönläheisissä yhteyksissä (Harmaakorpi 2008).

Edellä mainitut innovaatioverkostot ovat tässä keskeisessä roolissa. Verkostot koostuvat sosiaalisista suhteista, joiden laatu vaikuttaa siihen kuinka verkostot suoriutuvat tehtävistään taloudellisen ja tuotannollisen toiminnan välineinä. Verkostojen sisältämät suhteet voidaan jakaa karkeasti vahvoin ja heikkoihin sidoksiin. Vahvoin sidoksiin liittyy yleensä osapuolten välinen suuri luottamus, yhteiset pyrkimykset ja helppo kommunikointi yhteisen kielen ansiosita. Yleensä myös samanlainen tietopohja on vahvojen sidosten ominaisuus. Tämä seikka ei

kuitenkaan parhaalla tavalla kannusta uudenlaisen tiedon luovaan yhdistämiseen ja siihen perustuvaan innovaatioprosessin syntymiseen. Tutkijat ovatkin todenneet, että avoin innovaatiotoiminta hyödyntää erityisesti innovaatioverkostojen heikkoja sidoksia. Nämä pakottavat toimijat etsimään tietoa itselleen uudenlaisista viiteryhmistä, jolloin keskenään hyvinkin erilaiset tietosisällöt yhdistyvät muodostaen hedelmällisen pohjan innovaatioille. (Harmaakorpi 2008; Granovetter 1973.)

Alueiden kehittämisen näkökulmasta on tärkeää huomata, että innovaatioympäristössä syntyviä asioita ei voi ennakoida eikä kontrolloida, mutta innovaatioympäristöä voidaan tietoisesti rakentaa (Sotarauta & Mustikkamäki 2008). Käytännössä tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sellaisten alueellisten areenoiden rakentamista, jotka edistävät vuorovaikutusta ja yhteistyötä erilaisia kompetensseja omaavien toimijoiden välillä. Tällaisissa tapauksissa voidaan puhua kehittämislustoista. Kompetenssipohjainen kehittämislusta yhdistää monenlaista osaamista ja synnyttää erilaisia kompetenssien variaatioita, kun tuodaan toimijoita esimerkiksi teollisuudesta, korkeakouluista ja kunnista samalle yhteistyöareenalle jonkin yhteisen teeman tai teknologian ympärille. Puurakentaminen uusine teknologioineen voisi hyvin olla tällaisen areenan temaattisena fokuksena. Kati-Jasmin Kososen (2008) mukaan erityisenä haasteena on se,



KUVA Nardo-koulu, Trondheim.
Anne-Marjo Panu.

millä tavoin kehittämisalustan ydintoimijat voivat ottaa käyttöön globaaleissa verkostoissa virtaavia parhaita käytäntöjä ja ideoita. Melko pitkälle juuri tästä on puurakentamisen uudistumisessa Etelä-Pohjanmaallakin kysymys.

Vesa Harmaakorpi kumppaneineen (Harmaakorpi & al. 2011) korostaa kehittämisalustojen tulevaisuuspotentiaalia, joka niihin fundamentaalisesti sisältyy. Teknologinen kehitys voi luoda täysin uusia kehittämisalustoja, mutta yleensä ne pohjautuvat olemassa oleviin alustoihin ja näiden teknologisiin kehityskulkuihin. Etelä-Pohjanmaalla puurakentamisen kehityskulut hyvin tunnettuine pohjalaistaloineen ja puusepätaitoineen sekä alan yritysklustereineen ovat helposti jäljitettävissä. Uusien kehittämisalustojen tunnistaminen edellyttää kuitenkin visionäärisyyttä ja kykyä ennakoida tulevaisuuden kehityssuuntia, joihin paikalliset resurssit ja osaaminen voisivat linkittyä.

Erityyppisille innovaatioympäristöille tulisi soveltaa niille kohdennettua innovaatiopolitiikkaa ja kehittämistoimia. Jos ajatellaan esimerkiksi aiemmin mainittua kolmostyyppin innovaatioympäristöä (perinteisten alojen jatkuvaa oppimista edistävä ympäristö), tavoitteena tulisi olla



KUVA Södra Climate Arena, tennishalli, Växjö. Anne-Marjo Panu.

toimialan tuottavuuden ja työllisyyden kehittäminen, uusien teknologioiden ja liiketoimintakonseptien tuominen alalle, sekä erilaisten taloudellisten, kognitiivisten tai poliittisten lukkiutumien avaaminen (Kautonen 2008). Seuraavassa luvussa tarkastellaan kuinka puurakentamisen innovaatioympäristöä voisi kehittää Etelä-Pohjanmaalla.

LÄPIMURRON EDELLYTYKSET

Eteläpohjalaisen puurakentamisen innovaatioympäristön analysointi vaatisi oman tutkimusprojektinsa, mutta koska Puu-Hubi-hankkeemme varsinaisena tavoitteena ei ollut toimialan innovaatioympäristön syväluotaus, tyydytään tässä vaiheessa pinnallisempaan, yleisluontoiseen tarkasteluun. Hankkeen yhteydessä järjestetyissä työpajoissa on useaan otteeseen noussut esille se keskeisten toimijatahojen joukko, jolla on selkeästi vaikuttava rooli alan kehittämisessä. Kaikissa tapauksissa toimijat itse eivät ole tätä roolia tunnistaneeet, eivätkä siksi ryhtyneet myöskään toimiin asian hyväksi. Tähän voi olla monia syitä, joita tässä yhteydessä ei lähdetä tarkemmin ruotimaan.

Seuraavassa tarkastellaan kyseistä innovaatioympäristöä pääasiassa sen toimijaverkoston eri osapuolten ja niiden välisten sidosten kautta. Tavoitteena on likimääräisesti arvioida eri osapuolten asemaa ja potentiaaleja mahdollisen kehittämisalustan osina. Kuten aiemmin todettiin, kehittämisalustan yksi keskeinen piirre on tulevaisuusorientaatio. Tässä tapauksessa tulevaisuuteen katsottaessa näkyviin nousee puurakentamisen sekä kansallinen että kansainvälinen markkinapotentiaali, joka on jo useaan otteeseen ja eri tahoilla todettu merkittäväksi. Tulevaisuusorientaatio on eittämättä kehittämisalustamme tärkein dynamiikan lähde.

Alustan keskeisimmät toimijat ovat luonnollisesti yrityksiä. Näihin kuuluvat pääasiassa puutuotteiden valmistajat, rakennusurakoitsijat, rakennuttajat sekä arkkitehti- ja rakennusinsinööritoimistot. Osa yrityksistä on vihkiytynyt jo hyvinkin pitkälle uuden puurakentamisen tekniikoihin, runkojärjestelmiin ja arkkitehtonisiin mahdollisuuksiin. Näitä vauhtiin päässeitä yrityksiä yhdistää lähes poikkeuksetta niiden kytkeytyminen yliseudullisiin arvoverkkoihin joko tiedonhankinnan tai suoran liiketoiminnan, kuten alihankinnan tai myynnin kautta. Puurakentamiselle avautuneet markkinat mahdollistaisivat kuitenkin alan yrityskentän paljon laajemman aktivoitumisen.

Tässä kohdassa katseet kääntyvät Etelä-Pohjanmaan alueellisen innovaatioympäristön suuntaan. Millaisia resursseja ja kompetensseja alueella on tarjota yritysten tueksi? Puu-Hubi-hank-

keemme (Taanilan & Panun artikkeli tässä julkaisussa) yksi päätavoitteista oli kartoittaa pk-yritysten puurakentamiseen - erityisesti uudentyyppiseen teolliseen kerrostalorakentamiseen - liittyviä tiedontarpeita. Kyselyissä nousi runsaasti esiin erilaisia aihealueita, joihin pyrittiin koulutuksen keinoin vastaamaan. Kouluttajiksi hankittiin maan parhaat asiantuntijat. Yritysten antama palaute koulutuksesta oli varsin positiivista, mutta silti ei ole realistista odottaa, että vaikutukset näkyisivät välittömästi yritystoiminnan laajenemisena tai innovatiivisuutena. Tarvitaan myös muita resursseja kuin puhtaan tiedollisia. Yrityksillä on oltava niin sanottua absorptiivista kapasiteettia (Harmaakorpi 2008). Toisin sanoen tarvitaan kykyä arvioida, sulauttaa ja lopulta soveltaa uutta tietoa omassa toiminnassa. Tämä tapahtuu käytännönläheisessä toiminnassa, jossa yrityksissä jo olevaa hiljaista tietoa prosessoidaan vuorovaikutuksessa ulkopuolelta tulevan koodatun tiedon kanssa. Tässä yhteydessä näihin kehityskulkuihin ei ole mahdollista porautua sen syvemmälle, mutta todetaan kuitenkin että erilaisten tietoaineisten yhdistyminen on erittäin hajanainen prosessi ja innovaatiot syntyvät kaikkea muuta kuin järjestelmällisesti. Innovaatiot syntyvät sattumien kautta, mutta niiden todennäköisyyttä on mahdollista kasvattaa lisäämällä innovaatioympäristön tietokanavia ja niissä virtaavan tiedon määrää ja laatua.

Absorptiivinen kapasiteetti koskee toki muitakin organisaatioita kuin yrityksiä. Esimerkiksi kuntien ja kaupunkien tiedossa on varsin hyvin puurakentamisen markkinatilanne Suomessa ja muualla, kuten myös alan positiiviset tulevaisuuden näkymät. Samaan aikaan paikallishallinnolla on pyrkimyksiä luoda alueelleen vetovoimaisia elin- ja asuinympäristöjä, sekä etenkin kehittää alueensa elinkeinoja verotuloja saadakseen. Näiden lisäksi tavoitellaan imagoetuja paikkamarkkinoinnissa erilaisten kaupunki-innovaatioiden avulla. On kuitenkin poikkeuksellista, että nämä pyrkimykset yhdistetään kunnan tai kaupungin hallinnossa puurakentamisen mahdollisuuksiin. Ruotsissa Skellefteån ja Växjön kaupungit sekä Suomessa esimerkiksi Pudasjärven kaupunki ovat saaneet runsaasti julkisuutta lähtemällä tälle tielle.

Yritystoiminnan näkökulmasta paikallishallinnolla on useita mahdollisuuksia vaikuttaa positiivisesti puurakentamisen edistämiseen. Esimerkiksi kaavoituksella voidaan vaikuttaa rakentamisen materiaalivalintoihin - myös runkomateriaaleihin - ja vuonna 2017 voimaan astuvat ERA17 -määräykset antavat kaavoittajille tässä suhteessa lisätukea. Myös rakennusvalvonnan rooli on merkittävä suurimittakaavaisen puurakentamisen mahdollistamisessa, jos ajatellaan vaikkapa palomääräysten soveltamista, jossa on havaittavissa suurta vaihtelua eri kuntien tai kaupunkien välillä. Monissa kaupungeissa elinkeinotoimi ja maankäytön suunnittelu on linkitetty yhä vahvemmin yleistä kaupunkikehitystä edistäväksi toimialaksi tai yksiköksi. Tällainen toimintamalli tarjoaa hyviä mahdollisuuksia edistää alueen kehittämistä puurakentamisen kautta, kun hallinnolliset sektorirajat eivät muodostu esteeksi absorptiivisen kapasiteetin muodostumiselle.



KUVA Växjön tennishallin suunnittelija on tanskalainen Kent Pedersen. Anne-Marjo Panu.

Joskus kuulee sanottavan, että julkishallinto ei voi lähteä tukemaan jonkin tietyn rakennusmateriaalin käyttöä, sillä silloin etusija annetaan myös tietyille rajatulle yritysjoukolle, ja muita suljetaan ulkopuolelle. Vaikka kaupunkimaisen puurakentamisen lisääntyminen supistaakin jonkin verran teräsbetonin markkinaosuuksia rakennusrungoissa, käytetään myös puukerrostaloissa betonia. Perustukset, mahdolliset kellarikerrokset tai ensimmäinen maantasokerros on järkevintä tehdä betonista. On myös kyseenalaista, kannattaako yli kahdeksankerroksisia rakennuksia ylipäänsä tehdä puurakenteisina. Lähivuosina valmistuvista tornitaloista saadaan tärkeää empiiristä tietoa korkeiden puurakenteiden toiminnasta ja kestävyydestä.

Voidaan myös ajatella, että nyt nousussa olevan biotalouden yhtenä haarana oleva puurakentaminen on osa talouden ja tuotannon rakennemuutosta, johon yritys kentän on vain sopeuduttava. Tällaisia perusteluja on käytetty myös teollisuuden rakennemuutosten kausina aivan yleisesti talouden asiantuntijoiden ja poliitikkojen lausumissa. Perustelujen tueksi on vyörytetty monenlaista faktaa ja tilastoa globalisaation vaikutuksista. Mitä suurimmassa määrin globalisaatiosta on kyse myös puurakentamisen kohdalla, sillä hiilidioksidipäästöjen vähentäminen ja hiilen sitominen pitkäkestoisiin, kierrätettäviin rakenteisiin juontaa juurensa ilmastomuutoksen hidastamisesta. Ilmastomuutos jos mikä on globaali ilmiö, johon olemme pakotettuja reagoimaan. Ekologisen modernisaation ajattelu- ja toimintatapaan kuuluu ympäristöuhkien kääntäminen teknologiseksi kehitykseksi ja liiketoiminnaksi (Spaargaren & Mol 1992; Massa 1995). Aluekehitystä siitä tulee, kun alueellinen toimijaverkosto kykenee vastaamaan globaaliin paineeseen resurssejaan hyödyntämällä ja tarpeellisia kompetensseja kehittämällä.

Myös paikallisvaltion instituutiot ovat osa puurakentamisen innovaatioympäristöä. Esimerkiksi Metsäkeskus on Etelä-Pohjanmaalla aktiivisesti tukenut puurakentamista koulutus- ja muilla hankkeilla. Tavoitteena on luonnollisesti ollut metsien hyötykäytön edistäminen kestävällä tavalla. Mutta alueella sijaitsevien yliopistojen tutkimusyksiköiden ja korkeakoulujen tapaan myös Metsäkeskus on toiminnassaan riippuvainen hankerahoituksesta, joka saadaan usein EU:n rakennerahastoista. Näin ollen rakennerahastojen EAKR- ja ESR-rahoituksia jakavat instituutiot, eli ELY-keskus ja maakuntaliitto kuuluvat myös osana puurakentamisen innovaatioympäristöön.

Seinäjoen ammattikorkeakoulun ja Tampereen teknillisen yliopiston yhteinen Puu-Hubi-hanke rahoitettiin ELY-keskuksen myöntämällä ESR-rahoituksella. Rahoitus salli koulutuksen järjestämisen vain pk-yrityksille, vaikka kaiken edellä kirjoitetun valossa järkevää olisi ollut kouluttaa ja verkottaa yrityksiä sekä kuntien rakennusvalvonta-, kaavoitus- ja kehittämishenkilökuntaa samassa yhteydessä. Tämä ei tietenkään ole paikallisten viranomaisten vika, sillä rahoituksella on tietyt säännöt, joita valvotaan erittäin tarkasti. Mika Kautonen (2008) kiinnittääkin huomiota

tämäntyyppisiin institutionaalsiin rasitteisiin, jotka johtavat kontrolloituun, ylisuunniteltuun ja joustamattomaan toimintaympäristöön, joka ei tue tietoon ja luovuuteen perustuvaa taloutta. Innovaatioiden synty edellyttää, että jätetään tilaa suunnittelemattomille ja ennakoimattomille tapahtumille ja ilmiöille.

Tähänastisesta melko kevyestä innovaatioympäristön analyysistä käy jo ilmi, että verkoston eri toimijatahoilla näyttäisi kuitenkin olevan tietoa uudesta puurakentamisesta. Työ- ja elinkeinoministeriön lähettiläs Markku Karjalainen on kiertänyt kaikki keskeiset tahot Suomessa ja vähän muuallakin valistamassa asiasta, ja tietoutta markkinapotentiaalista on levitetty myös muiden kanavien kuten esimerkiksi Puuinfon (<http://www.puuinfo.fi>) kautta. Pelkkä tiedon levittäminen ja vastaanottaminen ei ole kuitenkaan saanut aikaan riittävästi toimintaa. Tämän lisäksi tiedon merkitys pitäisi pystyä arvioimaan ja tulkitsemaan juuri kyseisen alueen näkökulmasta, sekä muuttamaan vetovoimaiseksi sanomaksi, joka kohdennetaan tietyille toimijatahoille. Tarvitaan strategisen tietoisuuden herättämistä ja näkyväksi tekemistä (Sotarauta & al. 2007).

Tämäntyyppiset asiat eivät etene itsestään ja sattumanvaraisesti, vaan tarvitaan aktiivista toimijuutta. Jonkun tahon on tartuttava tehtävään tietoisena tavoitteistaan ja päämääristään. Tehtävässä onnistuminen edellyttää kykyä johtaa verkostoja. Kehittämistoiminnalle on luotava sellainen juoni, joka antaa yhteisen merkityksen erilaisille yksittäisille toimintoille. Esimerkiksi yritysten ja paikallishallinnon intressit on kyettävä sulauttamaan osaksi samaa tarinaa. Kysymys on todellakin tarinankerronnasta, jossa eri toimijatahot tunnistavat kehittämisohjelman – tässä tapauksessa uuden puurakentamisen edistämisen – osana omaa arkeaan ja intressejään. Tarinan tehtävä on tuoda selkeyttä informaatiotulvaan valikoimalla ja yhdistämällä informaatiosta oleellisia elementtejä kehittämistoimintaa ohjaavaksi kertomukseksi. Hyvä kehittämistä ohjaava tarina perustuu siihen, mitä aiemmin on tapahtunut, mitä toimija ymmärtää parhailaan tapahtuvaksi, ja mitkä ovat tulevaisuuden mahdollisuudet ja uhat. Tarinankerronnan ansio on siinä, että sitä ei pelkästään vastaanoteta, vaan siihen osallistutaan liittämällä juoneen toimijalle itselleen merkityksellisiä elementtejä. (Sotarauta & al. 2007.)

Toiminnan mobilisointi kuitenkin edellyttää, että tästä mennään vielä eteenpäin. Yhteinen tarina ei vielä johda tekoihin, ellei resursseja kohdisteta ja toimintaa fokusoida yhteisesti tärkeiksi koettuihin tehtäviin. Tarvitaan ”samanmielisyyden saarekkeita” (Hynynen & al. 2014), jotka perustuvat yhteiseen sanastoon ja yhteisiin ajattelumalleihin. Tämäntyyppisestä kehystämisestä voidaan edetä koordinointiin, jossa pyritään jo luomaan toimijoiden erityisiä intressejä huomioivia kehittämiskokonaisuuksia, jotka tähtäävät konkreettiseen toimintaan. Haasteellisin vaihe on luonnollisesti hankemuotoisen toiminnan käyntiin lähdettyä pitää huoli toiminnan



KUVA NINA, luonnon tutkimuskeskus, Trondheim. Anne-Marjo Panu.

jatkuvuudesta hankkeen loputtua. Käytännössä tämä ei voi olla erillinen osa hanketta, sillä koko hanketoimintahan tähtää pitkäaikaisiin vaikutuksiin sekä toiminnan jatkuvuuteen ja integroitumiseen osaksi alueen arkea. (Sotara & al. 2007).

JUURRUTTAMINEN

Jotta puurakentamisesta todella saataisiin potkua alueiden ja kaupunkien kehittämiseen, nyt hyvin alkuun päässyt kehittämistoiminta on kyettävä juurruttamaan alueelle. Puu-Hubi-hankeemme työsuunnitelmaan yhdeksi tehtäväksi on kirjattu pysyvän toimintamallin kehittämisen alueelle. Tämän artikkelin tehtävänä ei ole esittää valmista toimintamallia, vaan esitellä kyseisen mallin lähtökohtia.

Yleensä juurruttaminen tapahtuu perustamalla kyseiselle toiminnalle uusi organisaatio tai vaihtoehtoisesti integroimalla toiminta jo olemassa olevien organisaatioiden osaksi. Etelä-Pohjanmaalla on nähdäkseni panostettava vielä strategisen tietoisuuden herättämiseen, sekä tarinan kirjoittamiseen ja kerrontaan. Näiden toimien tehtävänä on saada eri toimijatahot tunnistamaan omat roolinsa puurakentamisen edistäjinä. Tarinan tulisi osoittaa toimijoille, mitä muuta itselleen tärkeää asiaa he voisivat samalla edistää.



KUVA Parkkitalo Trondheimin keskustassa. Anne-Marjo Panu.

Aiemmin nostettiin esille paikallishallinnon rooli kehittämistyössä. Edellä kerrotun pohjalta tarinasta tulisi ilmetä, kuinka puurakentaminen voisi edistää paikallishallinnon omia tavoitteita, mutta tämän lisäksi tarinasta pitäisi käydä selville se, miten puurakentamisen kehittäminen voisi liittyä osaksi paikallishallinnon arkea ja perustoimintaa. Kaupungeilla ja kunnilla on tiedossaan enemmän tai vähemmän aktiivisesti eteneviä aluerakentamishankkeita, joiden toteuttaminen puurakenteisina voisi tuoda alueelle lisäarvoa monin tavoin. Esimerkiksi Seinäjoella valmistellaan asemanseudun rakentamista kaupunkikeskustaan kytkeytyvänä uutena kaupunginosana. Alueelle on asetettu strategisia tavoitteita, jotka tukevat kaupungin – ja samalla koko maakunnan – kehittämistä laajasti aina elinkeinopolitiikasta lähtien. Jos tähän jo muutenkin vahvasti etenevään hankkeeseen kytkettäisiin puurakentamisen mahdollisuudet, panos-tuotos-suhde voisi olla moninkertainen. Puun painottaminen kyseisen kohteen kehittämisessä ei edellyttäisi erityisiä satsauksia tai muutoksia hankkeen kulkuun, vaan ennemminkin strategisen tietoisuuden jalkauttamista, visionäärisyyttä, kehittämisuskoa ja poliittista tahtoa. Lopputuloksen vaikutukset säteilisivät monille tahoille, ja parhaimmillaan ne voisivat muuttaa Etelä-Pohjanmaan ja Seinäjoen – eli ”Ruokaprovinssin” – yhteistä tarinaa yhä paremmin biotalouden noususuhdanteeseen nivoutuvaksi.

Edellinen ehdotus on kovin spekulatiivinen, eikä sen vaikutuksista ole tehty mitään analyysseja. Toisaalta tarkoitus on vain osoittaa esimerkillä, kuinka uutta tarinaa voidaan luoda jatkaen jo olemassa olevaa hyvin tunnettua menestyskertomusta. Tässä yhteydessä on tärkeää huomata, että tarvitaan myös tarinankertoja. TEM:in Markku Karjalainen on ministeriöstä käsin matkustanut kertomassa valtakunnallista tarinaa, mutta nyt tarvittaisiin kertoja, joka tuntee alueen – tässä tapauksessa Etelä-Pohjanmaan – tarinan ja pystyy kirjoittamaan siihen jatko-osan.

Tätä kirjoitettaessa Etelä-Pohjanmaan korkeakoulu yhdistys valmistelee puurakentamisen liiketoiminnan ja markkinoinnin professuurin perustamista osaksi alueella jo toimivaa Epanet-professuuriverkostoa. Jos professuuri toteutuu, tehtävään rekrytoitava asiantuntija toisi pysyvyyttä ja jatkuvuutta tutkimusinstituutioiden rooliin puurakentamisen kehittämisessä, mutta myös yhden merkittävän tarinankertajan. Tällä olisi merkitystä erityisesti yritysten suuntaan, joille tehtäisiin näin näkyväksi uudet liiketoimintamahdollisuudet. Jos tähän vielä lisätään paikallishallinnon strategisen tietoisuuden herääminen aiemmin esitellyillä sektoreilla, mutta näiden lisäksi myös julkisten hankintojen tekijänä, alkaisi alueellisella innovaatioympäristöllä olla mahdollisuuksia vaikka mihin.



KUVA Parkkitalo, Trondheim.
Anne-Marjo Panu.

LÄHTEET

Esala, Lauri, Hietala, Jyri & Huovari, Janne (2012). Puurakentamisen yhteiskunnalliset vaikutukset. PTT raportteja 239. Pellervon taloustutkimus PTT, Helsinki.

Granovetter, Mark S. (1973). The Strength of Weak Ties. American Journal of Sociology. Vol 78:6, 1360-1380.

Harmaakorpi, Vesa (2008). Käytäntölähtöisen innovaatiotoiminnan innovaatioympäristöt. Teoksessa Sotaraus, Markku & Mustikkamäki, Nina, toim: Innovaatioympäristön monet kasvot. Tampere University Press.

Harmaakorpi, Vesa, Tura, Tomi & Melkas, Helinä (2011). Regional innovation platforms. In Cooke, Philip, Asheim, Björn, Boschma, Ron, Martin, Ron, Schwartz, Dafna & Tödtling, Franz, eds: Handbook of Regional Innovation and Growth. Edwar Elgar, Cheltenham, UK.

HS 02.03.2015. Wieniin nousee maailman korkein puinen pilvenpiirtäjä. <http://www.hs.fi/ulkomaat/a1425184921864>.

Hynynen, Ari, Kolehmainen, Jari, Ruokolainen, Olli & Vanhatalo, Jaana (2014). SmartStation. Kohti älykästä asemanseutujen kehittämistä. Seinäjoen kaupunki. <http://www.smartstation.fi>

Kautonen, Mika (2008). Yksi alue, monta innovaatioympäristöä. Teoksessa Sotaraus, Markku & Mustikkamäki, Nina, toim: Innovaatioympäristön monet kasvot. Tampere University Press.

Kolehmainen, Jari (2004). Instituutioista yksilöihin: Paikallisen innovaatioympäristön kolme tasoa. Teoksessa Sotaraus, Markku & Kosonen, Kati-Jasmin, toim: Yksilö, kulttuuri, innovaatioympäristö. Avauksia aluekehityksen näkymättömään dynamiikkaan. Tampere University Press.

Kosonen, Kati-Jasmin (2008). Kehittämislustat tulevaisuuden ponnahduslautana. Kovat ja pehmeät instituutiot kaupunkiseudun kehittämisessä. Teoksessa Sotaraus, Markku & Mustikkamäki, Nina, toim: Innovaatioympäristön monet kasvot. Tampere University Press.

Massa, Ilmo & Rahkonen, Ossi, toim. (1995). Riskiyhteiskunnan talous. Suomen talouden ekologinen modernisaatio. Gaudeamus, Helsinki.

Männistö, Tuomas, Törmä, Hannu & Jylhä, Paula (2012). Metsän arvoketjujen aluetaloudelliset vaikutukset Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla. Puurakentaminen ja yhdistetty lämmön ja sähkön tuotanto. Raportteja 94. Helsingin yliopisto, Ruralia -instituutti.

Seppälä, Jyri (2012). Rakentamisen ympäristövaikutuksilla suuri yhteiskunnallinen merkitys. Teoksessa Laukkanen, Markku, toim: Puheenvuoroja puurakentamisesta. Puuinfo Oy.

SITRA (2014). Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. SITRAn selvityksiä no 84. <http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksia84.pdf>.

Soikkeli, Anu, Koiso-Kanttila, Jouni & Sorri, Laura (2014). Korjaa ja korota. Kerrostalojen korjaamisen ja lisäkerrosten rakentamisen ratkaisuja. Julkaisu A 62. Oulun yliopisto, Arkkitehtuurin tiedekunta.

Sotaraus, Markku, Kosonen, Kati-Jasmin & Viljamaa, Kimmo (2007). Aluekehittäminen generatiivisena johtajuutena. 2000-luvun aluekehittäjän työnkuvaa ja kompetensseja etsimässä. Sente-julkaisuja 23/2007. Tampereen yliopisto, Alueellisen kehittämisen tutkimusyksikkö.

Sotaraus, Markku & Mustikkamäki, Nina (2008). Evolutionaarisen muutuskäsityksen ja itseuudistumisen kapasiteetin haaste. Teoksessa Sotaraus, Markku & Mustikkamäki, Nina, toim: Innovaatioympäristön monet kasvot. Tampere University Press.

Spaargaren, Gert & Mol, Arthur P.J. (1992). Sociology, Environment and Modernity: Ecological Modernization as a Theory of Social Change. Society and Natural Resources 5, 323-344.

Virkkala, Seija (2008). Maaseutualueet ja pienet keskukset innovaatioympäristöinä. Teoksessa Sotaraus, Markku & Mustikkamäki, Nina, toim: Innovaatioympäristön monet kasvot. Tampere University Press.



PUUSTA TERVEITÄ ELINYMPÄRISTÖJÄ

MARJUT WALLENIOUS

Olen toisinaan hämmästellyt sitä, miten erilaiseksi vieraslajinamme tunnettu jättibalsami kasvaa eri olosuhteissa. Kuivalla kasvupaikalla maasta nousee kuin lyijykynän varsia, joiden päässä on jokunen lehti ja kukka. Kaikkein mahtavimman balsamin sain nähdä viime kesänä kurpitsamaalla, käsivarren paksuisen, itseni korkuisen röyhkeänoloisen jättiläisen. Nämä kasvit kuvastavat hyvin sitä, miten suuri osa elinvoimastamme on peräisin ympäristöstä.

Emeritus professori Lauri Rauhala on tuonut esiin keskeisen ajatuksen situaatioista. Tällä hän tarkoittaa sitä, että ihminen ei ole ympäristöstään erillinen yksikkö, vaan myös ihmistä kehoillisena ja tajunnallisena olentona pitää tarkastella aina jossain tilanteessa ja olosuhteissa. Myös WHO:n näkemys ihmisen terveydestä sisältää kaikkien ihmisenä olemisen puolien - fyysisen, sosiaalisen ja psykologisen - hyvinvoinnin.

Mikä itse asiassa on ihmisen elinympäristö? Erään kanadalaistutkimuksen¹ mukaan ihmiset viettävät noin 90 prosenttia ajastaan sisätiloissa. Tämä pitänee helposti paikkansa myös Suomen oloissa. Moniko meistä on päivittäin kahtakaan tuntia ulkosalla ehkä kesää lukuun ottamatta? Niinpä elinympäristöjämme ovat pääasiassa erilaiset rakennukset, kodit, koulut, työpaikat, sairaalat, päiväkodit, vanhainkodit, näiden sisätilat. Siten elinympäristöinä rakennuksilla on suuri merkitys käyttäjiensä hyvinvoinnin ja terveyden kannalta.

Ihmisen tavoin myöskään rakennus ei ole ympäristöstään erillinen. Ympäröivä äänimaailma kantautuu sisätiloihin milloin linnun lauluna, milloin leikkivien lasten ääninä, milloin liikenteen meluna. Ikkunoista tulvivan valon määrä ja avautuvat maisemat ovat osa sisätilakokemusta. Ikkunamaiseman merkitys tuli painavasti esiin tutkimuksessa², jossa potilaat toipuivat leikkauksesta nopeammin voidessaan katsella luontonäkymää verrattuna saman leikkauksen käyneisiin potilaisiin, jotka näkivät ikkunasta vastapäisen tiiliseinän. Rakennuksillakin on situaationsa. Suomalainen näkökulma asumisterveyteen on painottanut lähinnä fyysisen ympäristön terveysvaikutuksia. Esimerkiksi sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeeseen 2003,

¹ Fell, D. (2010) *Wood in the human environment: restorative properties of wood in the built indoor environment*. The University of British Columbia, Vancouver.

² Ulrich, R. (1984) *View through a Window May Influence Recovery from Surgery*. *Science*, 224 (4647), 420 - 421.

KUVA NTNU:n arkkitehtiopiskelijoiden harjoitustyö Trondheimin keskustassa. Anne-Marjo Panu.



joka nyt on muuttumassa asetukseksi, sisältyy asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Edistysaskeleena ja oireista kärsivien asemaa helpottavana voidaan pitää sitä, että ympäristöherkkyys on hyväksytty suomalaiseen ICD-10 -tauti-luokitukseen nimekkeellä R68.81. Ympäristöherkkydellä tarkoitetaan sitä, että ihminen saa terveyttä haittaavia oireita työ- tai elinympäristössä, vaikka sama ympäristö ei aiheuta oireita valtaosalle muita ihmisiä. Oireet voivat liittyä erilaisiin kemikaaleihin, hajusteisiin, mikrobiologiin tekijöihin sekä sähkömagneettisiin kenttiin.

PUU VIEHÄTTÄÄ JA RAUHOITTAÄ

Puurakentaminen edustaa sekä suomalaisen rakentamisen perinnettä että nousevaa suuntaa. Puu on ekologinen materiaali luontoperäisyytensä, uusiutuvuutensa, kotimaisuutensa ja kierätettävyytensä ansiosta. Noin kaksi kolmasosaa Suomen pinta-alasta on metsää. Puun rakennustekninen erinomaisuus tunnetaan hyvin. Puu on materiaalina kevyttä, lujaa, hyvin eristävää ja helposti työstettävää. Lisäksi puu on antibakteerista³, akustisilta ominaisuuksiltaan suotuisaa ja heijastaa kauniisti valoa. Puurakenteet myös parantavat sisäilman laatua. Homeongel-

mien myötä puun hengittävyys, kyky sitoa ja tarpeen mukaan taas vapauttaa kosteutta, on noussut aivan erityiseen arvoon⁴. Myös puurakentamiseen liittyvät paloturvallisuuskysymykset saadaan varmasti ajan kuluessa ratkaistua.

Edellä olevan lisäksi puulla on huomattu olevan myös niin sanottuja psykofysiologisia vaikutuksia, vaikutuksia kehoon ja mieleen. Ennestään tiedetään, että luonnolla, erityisesti metsäluonnolla on monia myönteisiä vaikutuksia ihmiseen⁵. Jo lyhyen metsäkävelyn aikana mieliala kohenee ja elimistö rauhoittuu, mikä näkyy muun muassa verenpaineen laskuna. Tästä onkin virinnyt kiinnostus tutkia, miten ihmiset reagoivat puuhun rakennusmateriaalina. Tutkimuksia on tehty muun muassa Norjassa, Japanissa, Kanadassa ja Itävallassa, alustavasti myös Suomessa.

Puun kokemisesta on saatu mielenkiintoisia havaintoja. Ihmisten mielestä puu vaikuttaa lämpimältä, kodikkaalta ja rauhoittavalta⁶. Näissä ominaisuuksissa puu päihittää muut luonnonmateriaalit, kuten silkin ja kiven, sekä tavanomaiset pintamateriaalit, kuten maalin ja tapetin. Kokopuu on myös selvästi mieluisampi kuin teollisesti tuotetut puupohjaiset materiaalit⁷. Kiinnostava on myös suomalaisvastaajien antama tulos, että ihmiset kokevat puun hyvin samaan tapaan myönteisesti riippumatta sukupuolesta, iästä tai siitä, onko itse ollut tekemisissä puun kanssa vai ei⁸. Puulajeissa on eroja, mutta yleisesti miellyttävimpänä pidetään puun tasaisuutta – sitä, että oksankohtia on vähän.

Paljaalla kädellä tai jalalla kosketettaessa puupinta antaa karhean, turvallisen ja luonnollisen tunnun. Erityisen mielenkiintoista on, että puupinnan kosketus on paitsi kokemuksellisesti myös fysiologisesti muita materiaaleja lempeämpi⁹. Huoneenlämpöisen alumiinin, viileän muovin ja ruostumattoman teräksen kosketus aiheutti tutkimuksissa elimistössä stressireaktiona verenpaineen nousua. Puupinnan koskettaminen sen sijaan ei aiheuttanut vastaavaa reaktiota.

Sisätiloissa puulla näyttää olevan kyky rauhoittaa elimistöä, kuten alentaa verenpainetta, ihon sähkönjohtokykyä tai sydämen sykettä. Eri työtiloja vertailtaessa stressitaso oli alhaisin työhuoneessa, jossa oli puisia kalusteita¹⁰. Edes valkoisella kalustettuun huoneeseen tuodut viherkasvit eivät kyenneet samaan. Samoin kokopuisessa luokahuoneessa, koko lukuvuoden kestäneissä mittauksissa, oppilaiden aamuinen stressipiikki laantui sykevariaatiolla ilmaisten pian kouluun saapumisen jälkeen eikä palannut uudelleen¹¹. Sen sijaan tavanomaisessa luokassa elimistön lievä stressitila jatkui koko koulupäivän. Vastaavasti oppilaiden stressin koke-

4 Piot, A., Woloszyn, M., Brau, J., Abele, C. (2011) *Experimental wooden frame house for the validation of whole building heat and moisture transfer numerical models. Energy and Buildings* 43, 1322-1328.

5 Tyrväinen, L. Ojala, A. Korpela, K. Lanki, T. Tsunetsugu, Y. & Kagawa, T (2014) *The influence of urban green environments on stress relief measures: a field experiment. Journal of Environmental Psychology*, 38, 1-9.

6 Rice, J., Kozak, R. A., Meitner, M. J. & Cohen, D. H. (2006) *Appearance wood products and psychological well-being. Wood and Fiber Science*, 38(4), 644 - 659.

7 Wallenius, M. (2014) *Mikä puussa viehättää? Puumies* 6/2014.

8 Wallenius, M. (2014) *Haptic Reserch Island -tutkimusraportti. KyAMK/Restoratiiviset ympäristöt.*

9 Sakuragawa, S., Tomoyuki K., T. & Miyazaki, Y. (2008) *Effects of contact with wood on blood pressure and subjective evaluation. Journal of Wood Science* 54, 107-113.

10 Fell, D. (2010) *Wood in the human environment: restorative properties of wood in the built indoor environment. The University of British Columbia, Vancouver.*

KUVA Sisäänkäyntikatos Puu-Käpylässä.

Anne-Marjo Panu.



mukset, kuten väsymyksen tai aikaansaamattomuuden tunteet, olivat puisessa luokassa vähäisempiä kuin tavanomaisessa.

Puun suotuisia vaikutuksia ei näytä voivan korvata puujäljitelmällä. Ihmiset eivät kuvaa puulaminaattia yhtä myönteisin adjektiivein kuin kokopuuta¹². Fysiologisin mittauksin osoitettu stressitilanteen jälkeinen elpyminen olivat parempia puisessa kuin puujäljitelmästä tehdyssä huoneessa¹³. Mieluisimmaksi koetaan tila, jossa noin puolet on puuta¹⁴.

PUU VASTAA HYVIN TERVEYDEN HAASTEISIIN

Vaikka tutkimusalue on tuore, jo tähänastiset havainnot osoittavat, että ihmiset reagoivat sisätiloissa puuhun sekä psykologisesti että fysiologisesti yleensä positiivisesti. Puu materiaalina on säilyttänyt jotain luontoperäisyydestään. Puuhun liittyvä myönteiset tunnetilat ja mielikuvat ilmenevät myös autonomisen hermoston rauhoittumisena. Toki puun tyyppi ja määrä vaikuttavat tuloksiin. Puuta voidaankin pitää terveyttä ja elpymistä tukevana materiaalina, vaikka vielä on tarkennettava tietoa siitä, mihin vaikutukset perustuvat. Puun suunnitelmallisella käytöllä sisätiloissa voi parhaimmillaan vaikuttaa paitsi ilmanlaatuun ja akustiikkaan myös tilan tunnelmaan sekä läsnäolijoiden mielialaan ja fysiologisen stressin tasoon. Puun elvyttäviä ja stressiä lievittäviä restoratiivisia ominaisuuksia on hyödynnetty uusissa sairaalahankkeissa ulkomailla ja esimerkiksi seurataan todennäköisesti myös Suomessa. Myös betonirakennuksissa on mahdollista käyttää puun myönteisiä ominaisuuksia sisätilamateriaalina.

Puun avulla terveen rakentamisen käsitteeseen voidaan lisätä myös psykologinen ulottuvuus. Toivottavaa on, että suunnittelussa onnistutaan yhdistää trendikkyiden tavoittelu ja puuhun liittyvät kestävämmät arvot.

11 Grote V, Avian A, Frühwirth M, Hillebrand C, Köhldorfer P, Messerschmidt D, Resch V, Schaumberger K, Zeiringer C, Mayrhofer M, Moser M (2009) *Gesundheitliche Auswirkungen einer Massivholzausstattung in der Hauptschule Haus im Ennstal*. Human Research Institute, Institute of Health Technology and Prevention, Weiz, Austria.

12 Wallenius, M. (2014) *Haptic Research Island -tutkimusraportti*. KyAMK/Restoratiiviset ympäristöt.

13 Kelz, C, Moser, M., Lackner, H. & Avian, A. (2007) *Solid fir furniture reduces strain during and after concentration periods*. Human Research, Institute of Health Technology and Prevention Research, Weiz, Austria.

14 Nyrud, A., Bringlismark, T., Bysheim, K. (2014) *Benefits from wood interior in a hospital room: a preference study*. Architectural Science Review 57, 125-131.



PUUASUNTOJA, METSÄN TAIDETTA

ANNE-MARJO PANU

TALO

Porraslankkujen reunat ovat pyöristyneet. Portaiden yläpäässä oven molemmin puolin ovat penkit. Aurinko paistaa ulko-ovelle. Ulko-ovesta voi astua suoraan tilavaan eteiseen, tai eteisen edustalla on lasikuisti, jossa penkit ovat molemmin puolin ulko-ovea. Ulko-ovella tuoksuu puu. Puun tuoksu on vahva, aurinko lämmittää sisäänkäyntiä pitkin päivää.

Eteinen on hämärä. Oikealta puolelta nousee jyrkkä porras yläkertaan, vintille tai ullakolle. Eteisessä on useampia ovia. Tuvan ovi on lähinnä päivänpuolta, aurinkoa, etelänpuolta. Kun astuu tupaan, uuni on heti oikealla, istuinpenkki vasemmalla puolella. Eteläaurinko valaisee huoneen. Ovea vastapäätä on pöytä ja penkit ilta-auringon ikkunoiden edessä. Tulo-oveen nähden vasemmassa nurkassa on kaappi talon tavaroille, oikeassa nurkassa ruoka-astioille. Muurin vierestä mennään kamareihin.

Jos talo on suuri, on tupakin suuri. Jos talo on pieni, sitä sanotaan tuvaksi. Pieni tupa saattaa olla vain suuremman talon tuvan kokoinen. Talo voi olla myös suuri, silloin tupiakin on ainakin kaksi. Etelänpuoleisessa tuvassa asuvat vanha-isäntä ja vanha-emäntä, nuori-isäntä ja nuori-emäntä asuvat toisella puolella taloa. Yksin asuvat ja vanhat pojat keskenään asuvat pienissä tuvilla, myös lapsettomat pariskunnat. Jos lapsia on paljon, rakennetaan vanhalle isännälle ja vanhalle emännälle uusi tupa pihapiiriin.

Lattialankut ovat leveitä, epätasaisen sileitä. Aika on hionut puun syyt esille. Välillä narahtaa lauta askelen alla. Maton alla on lattialuukku ja kellarikuoppa. Kuoppa on pimeä ja syvä. Katto on korkealla, orret alempana ja leipävartaat. Seinillä kiertää penkit.

Vintillä ovat kamarit. Vain kamarit on rakennettu valmiiksi, ullakolla ovat näkyvillä paljaat hirret ja kattorakenteet. Pihka maistuu pienissä puun pintaan kuivuneissa pisaroissa.

KUVA Vanhaa hirsiseinää Rørosissa
Norjassa. Anne-Marjo Panu.

KUVA Hämes-Havunen, Kauhajoki.
Anne-Marjo Panu.



KUVA Isonkyrön museo. Anne-Marjo
Panu.



Muita rakennuksia on pihapiirissä taloittain vaihteleva määrä. Ulkorakennuksia, suurempia ja pienempiä, ovat eläinsuojat, myös kesäasuttavat aitat, ladot, saunat. Kaikki on puuta.

Christopher Alexanderin Pattern Language -mallin mukainen yhden hengen asunto on hyvin yksinkertainen. Asunto tai talo voi olla pieni, yhden huoneen kokoinen. Suuretkaan rakennukset eivät ole monoliittisia, vaan monimuotoisia yhdistelmä pienistä rakennelmista. Tiloja yhdistävät pylväiköt, polut, sillat, puutarhat. Vain puoleen kaikesta maa-alasta rakennetaan rakennuksia¹.

KAUPUNKI

Kun asuminen tiivistyy taajamaksi, kaupungiksi, kerroksia rakennetaan useampia. Liikehuoneistojen yläpuolelle sijoitetaan asuinhuoneistoja. Portista sisään astuttaessa, oikealla puolella on käynti piharakennuksen päätyasuntoon. Siellä asuu usein yksi asukas. Pihan kylmiltä kuisteilta pääsee useampaan asuntoon, myös suoraan yläkertaan. Kuistilta voi astua keittiöön ja pienen puolilämpimän eteisen kautta saliin ja useampaan kamariin. Yläkertaan on rakennettu yksittäiset kamarit, kylmällä ullakolla ovat näkyvillä jykevät hirsiseinät ja jykevät kattorakenteet. Eristeissä tuoksuu maa.

Vanha Porvoo on rakennettu ilman ennakkosuunnitelmaa. Kadut ovat rakennusten ja pihapiirien välissä olevia aukkoja. Porvoo on esimerkki osittain säilyneestä keskiaikaisesta puukaupunkirakenteesta. Puukaupunkien kehittyminen tyrehtyi 1800-luvun lopulla, kun puurakennukset korvattiin keskusta-alueiden kivitaloilla. Vain joitakin työläiskaupunginosia rakennettiin enää puusta. 1960-luvulla aloitettiin asemakaavoitus. Olemassa olevan puukaupunkirakenteen päälle kaavoitettiin täysin uusi kaupunkirakenne². Le Corbusierin suunnitteluperiaatetta ”Ensin on suljettava silmät kaikelta siltä, mitä on jo olemassa³” on toteutettu konkreettisesti. Puurakennukset purettiin.

Uusi urbanismi voi toteuttaa uuden ja vanhan kaupunkirakenteen sekä kaupungin ja maaseudun symbioosia⁴. Uusi kaupunkisuunnittelu voi synnyttää uudenlaista puukaupunkimiljöötä⁵. Visioissa on edetty aluerakentamisesta jo kokonasiin puukaupunkeihin. Onko tulevaisuuden puukaupunki tiivis ja matala, vai korkea ja tehokas? Kokonaisuus etsii tasapainoa.

¹ Alexander s. 391-474

² Lilius s. 10, 44

³ Le Corbusier s. 34

⁴ Erat s. 200

⁵ Karjalainen s.9

⁶ Kolehmainen s. 5



PUURAKENTAMINEN

Aiemmin kaikki tehtiin käsityönä, paikan päällä, perinteisillä työkaluilla. Vähitellen rakentamisessa erikoistuttiin. Ikkunat, ovet, listat tuotiin muualta. Sahanpurua käytettiin sellaisenaan eristeenä, mutta vähitellen siitä valmistettiin teollisesti levytuotteita. Uusia rakennusjärjestelmiä kehitettiin ja talotehtaat tuottivat pientaloja. CLT:n tuotantotiloissa valvoo nyt vain muutama henkilö automaattista tuotantoprosessia. Puulla rakennusmateriaalina on mahdollisuuksia. Puun rakennusfysikaalisiin haasteisiin, kuten kosteusliikkeisiin, kehitellään jatkuvasti uusia ratkaisuja⁷. Elävä rakennus hengittää.

Vuoden 2011 rakennusten palomääräysten uusimisen jälkeen puurakennukset voidaan rakentaa jo kahdeksan kerroksen korkuiseksi. Toiminnallisella palomitoituksella kerroksia voidaan lisätä, visiot ulottuvat jo pilvenpiirtäjiksi, yli kolmenkymmenen kerroksen korkuiseksi. Tuotannon tehostaminen voi pienentää rakennuskustannuksia. Växjön kaupungin suunnitteluvirasto on kehitellyt hinnaltaan edullista 40 m² -tyyppiasuntoa, jonka tilajärjestystä voi muunnella eri asukkaiden ja elämäntilanteiden mukaiseksi⁸.

Moduliasunto voi olla pieni, merikontin kokoinen. Moduleja yhdistelemällä syntyy erilaisia variaatioita. Yhteisöllisellä elämäntavalla asuminen laajentuu yhteisiin olohuoneisiin. Puukerrostalot voivat syntyä jo kaupunkisuunnitteluperiaatteita soveltamalla. On julkisia tiloja, puolijulkisia tiloja ja yksityisiä tiloja. Huoneet avautuvat sisäkaduille, kahviloihin. Viherhuoneissa ja terasseilla työskennellään.

Globaalissa mittakaavassa puun käyttö rakennusmateriaalina on rajoittunutta. Suomi on Euroopan metsäisin maa. Suomelle puu voi olla myös vientituote. Suomalaisessa arkkitehtuuriperinteessä on sukulaisuutta metsän rakenteiden kanssa rakennetun muodon geometrisuudesta huolimatta⁹. Aallon, Pietilän ja Leiviskän rakennukset ovat rakennettua maisemaa.

*Siltaa pitkin, aidan viertä, portista sisään,
kaivoa katsomaan, aittoihin tutustuen,
veden ja tuulen voimalla, tupaan ja kamariin.
Puuaines on palautettava kunniaan.*

Alfred Kolehmainen⁶

⁶ Kolehmainen s. 5

⁷ Siikanen s. 81

⁸ Andren, esitelmä

⁹ Louekari s. 299



KUVA Korjausrakentajien koulutusta Rørosissa. Anne-Marjo Panu.

METSÄ

Tuulen kaatamassa metsässä kasvaa vielä matalampia, nuoria puuryhmiä. Laikkuihin niiden välissä istutetaan siemenet. Vanhaan, luontaiseen metsänpohjaan kasvaa ihmisen tekemä uusi metsä. Tulevaisuuden metsässä kasvaa kenties myös omenapuita, kirsikkapuita.

Pientalorakentamisessa puurakentamisperinne on jatkunut. Kaupungeissa vanhojen puukaupunkien päälle on laadittu uusia kaavoja. Vanhat puukaupungit ovat hävinneet. Keskiaikaisen puukaupunkimiljöön on korvannut järjestys. Tulevaisuuden puukaupunkimiljöö voi ammentaa luonteensa metsän olemuksesta. Puunkäytön lisääntyessä metsänkasvatuksesta voi tehdä taidetta.



KUVA Nuuksion metsä. Anne-Marjo Panu.

LÄHTEET

Alexander, Christopher. Pattern Language. Oxford University Press. New York, 1977.

Andren, Hans. Växjö - Green City. Esitelmä. Växjö, Ruotsi, 2013.

Corbusier. Uutta arkkitehtuuria kohti. TKK Offset. Otaniemi, 1980.

Erat, Bruno. Ekologia, ihminen, ympäristö. Gummerus kirjapaino Oy. Jyväskylä, 1994.

Karjalainen Markku, Koiso-Kanttila, Jouni. Moderni puukaupunki. Tammer Paino Oy, 2002.

Kolehmainen, Alfred. Puurakentamisperinne. Tammer Paino Oy. Tampere, 1998.

Lilius, Henrik. Suomalainen puukaupunki. Rungsted Kyst. Tanska, 1985.

Louekari, Lauri. Metsän arkkitehtuuri. Rannikon Laatupaino Oy. Raahe, 2006.

Siikanen Unto. Rakennusfysiikka. Tammerprint Oy. Tampere, 2014.

Tolppanen, Janne. Suomalainen puukerrostalo. Rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen. Juvenes Print - Suomen yliopistopaino Oy. Tampere, 2013.



KUVA Metsän taidetta. Anne-Marjo Panu.



KIRJOITTAJAT

Jouni Björkman

FT, lehtori

Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö

Ari Hynynen

TkT, professori

Tampereen teknillinen yliopisto, arkkitehtuurin laitos / Seinäjoen kaupunkilaboratorio

Salla Kettunen

YTM, projektitutkija

Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Liiketoiminta ja kulttuuri

Mauri Laasonen

TkT, dosentti

Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan laitos

Anne-Marjo Panu

arkkitehti, projektitutkija / Puu-Hubi

Tampereen teknillinen yliopisto, arkkitehtuurin laitos / Seinäjoen kaupunkilaboratorio

Kirsti Sorama

KTT, yliopettaja

Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Liiketoiminta ja kulttuuri

Tuulia Taanila

DI, projektipäällikkö / Puu-Hubi,

Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö

Toni Teittinen

DI, tohtorikoulutettava

Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan laitos

Marjut Wallenius

PsT, dosentti

Tampereen yliopisto, yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö

HANKKEESSA MUKANA



Rakennusinsinööritoimisto
JM-Rakenne Oy

